



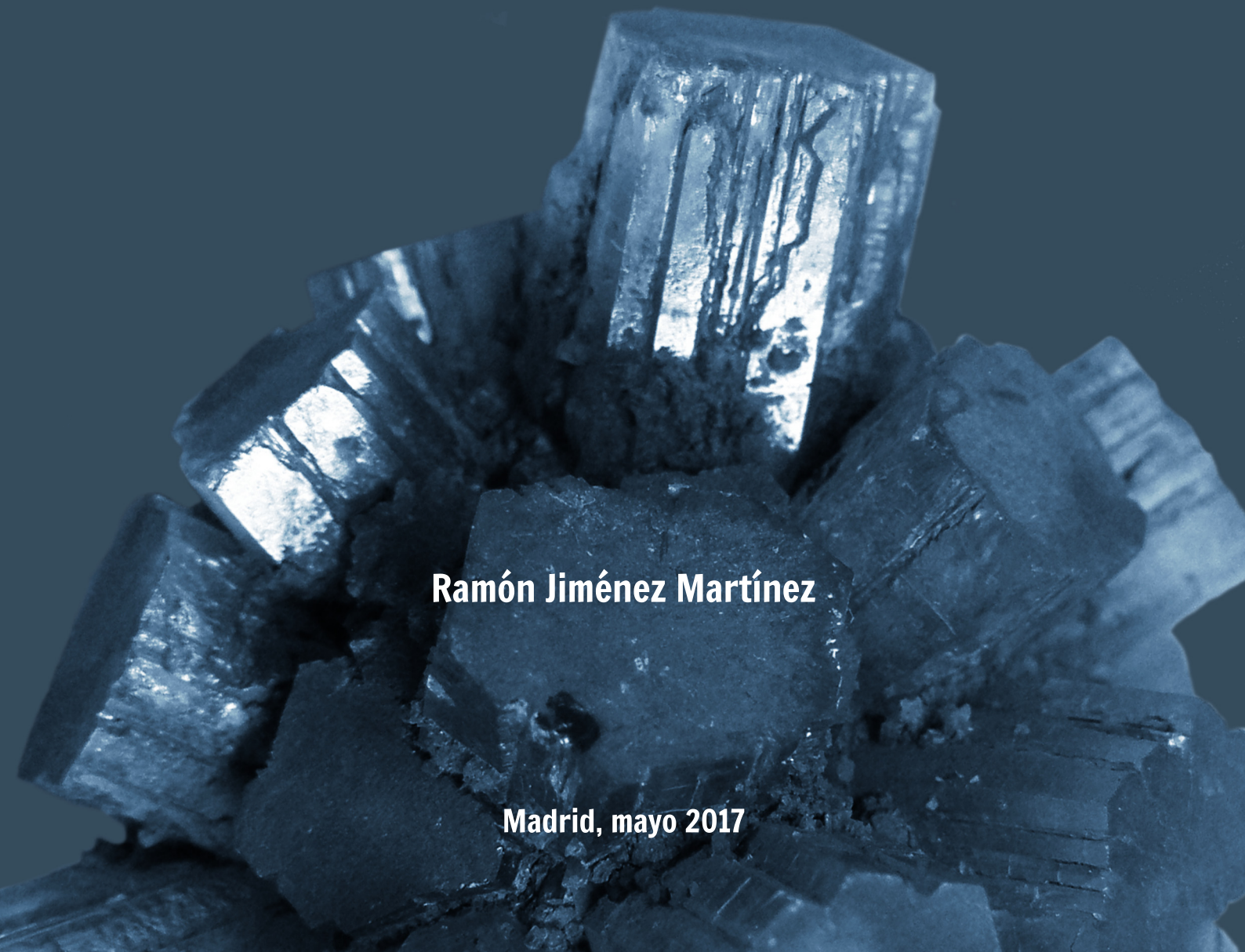
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Geología y Geoquímica

LOS MINERALES Y SUS YACIMIENTOS EN EL PATRIMONIO GEOLÓGICO. PROBLEMÁTICA, VALORACIÓN Y GESTIÓN EN ESPAÑA

TESIS DOCTORAL

Ramón Jiménez Martínez

Madrid, mayo 2017





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Geología y Geoquímica

TESIS DOCTORAL

Los minerales y sus yacimientos en el patrimonio geológico. Problemática, valoración y gestión en España

Ramón Jiménez Martínez

Madrid, mayo 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento de Geología y Geoquímica

Los minerales y sus yacimientos en el patrimonio geológico. Problemática, valoración y gestión en España

Memoria de la Tesis Doctoral presentada por

Ramón Jiménez Martínez

para obtener el título de Doctor por la Universidad Autónoma de Madrid

Directores de la Tesis:

Dr. Jerónimo López Martínez

Dr. Luis Carcavilla Urquí

Madrid, mayo 2017

"Id, hijos míos, comprad un calzado resistente, escalad las montañas, buscad en los valles, los desiertos, las costas y en lo más recóndito de la tierra, distinguid bien las distintas clases de minerales, anotad sus propiedades y su forma de originarse"

Petrus Severinus (1540-1602)

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
 I. INTRODUCCIÓN	 1
I.1. Objetivos	2
I.2. Método de trabajo	3
 II. PATRIMONIO GEOLÓGICO Y SU MARCO NORMATIVO	 9
II.1. Conceptos y definiciones	9
II.2. Situación en España y contexto internacional	13
II.3. Estudio del patrimonio geológico	21
II.4. Marco legal	24
II.4.1. Legislación referida al patrimonio natural y figuras legales de protección	24
II.4.2. Legislación referida al patrimonio cultural y figuras legales de protección	32
II.5. Gestión	38
II.5.1. Gestión de ejemplares minerales	38
II.5.2. Gestión de museos y colecciones	38
II.5.3. Gestión de yacimientos minerales	41
 III. LOS MINERALES Y EL COLECCIONISMO EN EL PATRIMONIO GEOLÓGICO	 45
III.1. El coleccionismo	45
III.1.1. El coleccionismo de minerales	46
III.2. Las colecciones de minerales	49
III.2.1. Museos y colecciones públicas	49
III.2.2. Colecciones privadas en España	53
III.3. Asociaciones de mineralogistas y coleccionistas de minerales en España	56
III.4. Eventos y reuniones de aficionados al coleccionismo de minerales	62
III.5. Aportaciones de los coleccionistas al conocimiento científico y a los museos	66
III.5.1. Aportaciones al conocimiento científico y a los museos por parte de coleccionistas con profesiones relacionadas con las Ciencias de la Tierra	66
III.5.2. Aportaciones de los coleccionistas aficionados al conocimiento científico y a los museos	75
III.6. Problemática asociada al coleccionismo de minerales	80
III.6.1. El expolio de yacimientos	80
III.6.2. Degradación antrópica de los lugares donde se ubican yacimientos minerales	82
III.6.3. Peligros derivados de la recolección de minerales en yacimientos	83
III.7. Los minerales y el coleccionismo: situación en España y contexto internacional.	84
 IV. MINERALES Y YACIMIENTOS CON INTERÉS PATRIMONIAL EN ESPAÑA	 89
IV.1. Minerales españoles de interés para el coleccionismo	89
IV.2. Yacimientos minerales españoles que han aportado ejemplares a colecciones y museos	99
IV.2.1. Yacimientos de Andalucía	102
IV.2.2. Yacimientos de Aragón	114

IV.2.3. Yacimientos de Canarias	118
IV.2.4. Yacimientos de Cantabria	119
V.2.5. Yacimientos de Castilla-La Mancha	120
IV.2.6. Yacimientos de Castilla y León	129
IV.2.7. Yacimientos de Cataluña	137
IV.2.8. Yacimientos de la Ciudad Autónoma de Ceuta	142
IV.2.9. Yacimientos de la Ciudad Autónoma de Melilla	142
IV.2.10. Yacimientos de la Comunidad de Madrid	142
IV.2.11. Yacimientos de la Comunidad Foral de Navarra	145
IV.2.12. Yacimientos de la Comunidad Valenciana	146
IV.2.13. Yacimientos de Extremadura	150
IV.2.14. Yacimientos de Galicia	156
IV.2.15. Yacimientos de las Islas Baleares	160
IV.2.16. Yacimientos de La Rioja	161
IV.2.17. Yacimientos del País Vasco	161
IV.2.18. Yacimientos del Principado de Asturias	164
IV.2.19. Yacimientos de la Región de Murcia	166
V. DISCUSIÓN GENERAL Y POSIBLES MEJORAS PARA LA VALORACIÓN Y GESTIÓN	171
V.1. Aportaciones en el ámbito conceptual	171
V.2. Aportaciones en el ámbito legislativo	172
V.3. Medidas de gestión relacionadas con la recogida de ejemplares en los yacimientos	175
V.3.1. Recomendaciones de buenas prácticas en relación con la recolección de minerales	178
V.4. Medidas de gestión aplicables al patrimonio geológico mueble	180
V.5. Medidas de gestión referidas a las aportaciones del coleccionismo	182
V.6. Recomendaciones relativas al comercio de minerales	183
V.7. Medidas de gestión relacionadas con la minería y la obra pública	185
V.8. Propuesta de valoración de los yacimientos minerales como patrimonio geológico	185
V.8.1. Parámetros para determinar el valor de los LIG: modificaciones propuestas al Anejo V del IELIG	186
V.8.2. Parámetros para valoración de la susceptibilidad de degradación: modificaciones propuestas al Anejo VI del IELIG	195
V.8.3. Matriz de cálculo del riesgo de degradación y estimación de la prioridad de protección	200
V.9. Ejemplo de propuesta de evaluación previa a su incorporación en el IELIG: los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara	201
V.9.1. Localización de los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara	206
V.9.2. Valoración de los yacimientos y selección de los LIGs propuestos	210
VI. CONCLUSIONES	221
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	227
VIII. ANEXO. FICHAS DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE ARAGONITO DE LA PROVINCIA DE GUADALAJARA	253

AGRADECIMIENTOS

Decirme a escribir esta tesis a estas alturas de mi vida, hizo que tuviera que poner orden a los trabajos que durante años había realizado, por lo que en buena parte, muchas personas a las que he tenido la suerte de conocer durante ese tiempo merecen ahora mi agradecimiento.

En primer lugar quiero agradecer a mis directores de tesis, los doctores Jerónimo López Martínez y Luis Carcavilla Urquí, críticos enseñantes del patrimonio geológico, científicos incansables en encontrar el rigor y claridad necesarios para abordar este trabajo y, sobre todo, excelentes personas que siempre han tenido una palabra de ánimo y una paciencia y comprensión sin límites que va más allá de la dirección de la tesis. Sin vosotros todo habría sido mucho más difícil.

También agradezco a la Dra. Isabel Rábano, directora del Museo Geominero y “mi jefa”, como cariñosamente le digo, que es responsable de que me lanzara a esta aventura y siempre ha estado atenta a cómo iba evolucionando.

Una parte importante de esta tesis tiene como base los trabajos realizados por los compañeros del Área de Patrimonio Geológico del IGME, de quienes he aprendido los aspectos relacionados con la gestión, valoración y conservación del patrimonio geológico: agradezco al Dr. Ángel García Cortés, jefe del Área, que siempre tuvo un momento para esclarecer mis dudas; muchas gracias a los doctores Juana Vegas y Enrique Díaz que no escatimaron prestar ayuda cuando fue requerida y a Carolina Martínez y Javier Luengo, que también supieron escuchar mis inquietudes.

Mi trabajo en el Museo Geominero me ha servido para que en muchas ocasiones haya tenido que aprender de mis compañeros y más de una vez les he consultado, por lo que también les quiero agradecer: muchas gracias Ruth, Rafa, Lute, Ana, Ángel, Silvia, Graciela, Enrique, Eduardo y sobre todo muchas gracias a Pepa, que ha sabido darle forma y colorido a este trabajo con el fotografiado de los minerales y el montaje final del texto.

Quiero agradecer a las personas de la UAM que me han ayudado y han facilitado los trámites, tanto en el Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, como en la Facultad de Ciencias y la Escuela de Doctorado.

También a mi amigo Raúl Gorgues, excelente geólogo y experto en todo lo referente a Guadalajara, el compartir ese saber conmigo.

Mi conocimiento de los yacimientos minerales españoles también se debe en gran medida a los investigadores que dedicaron parte de su vida a su estudio, por lo que les quiero trasladar mi más sentido agradecimiento: muchas gracias a José González del Tánago, Juan Miguel Casanova, Alejandro del Valle y Valentín González, pero también a los que nunca conocí, pero que siempre han estado presentes: Salvador Calderón, Vicente Sos, Pedro Castro, Juan Carandell...

Muchas horas de trabajo en el Centro Nacional de Microscopía Electrónica me han permitido conocer la riqueza mineral de innumerables yacimientos, por lo que quiero agradecer a Ana y Alfredo su ayuda en la caracterización de los ejemplares.

No pueden faltar en mis agradecimientos mis compañeros de campo: mis amigos Pedro Prado, Jesús López y Pepe Sierra, siempre dispuestos a compartir conmigo la búsqueda de yacimientos y el material fotográfico.

Algunos datos contenidos en esta tesis han salido de la red. Mi agradecimiento a las personas que han aportado información utilizada en esta tesis en el Foro de Mineralogía Formativa (FMF) y en el del Grupo Mineralógico Mulhacén, así como en las webs de Mindat, Web Mineral y Tu Planeta. Y por supuesto quiero agradecer a esas gentes de campo, pastores, agricultores y guardas, que siempre conocen algo que no figura en la bibliografía.

Hay muchas personas cercanas que me han ayudado y en ocasiones han padecido con esta tesis. En primer lugar mi agradecimiento a Matina, fiel compañera de andanzas y faro en la inmensidad de los mares; a mi madre, Daría, que aunque ya no esté, siempre estará; a mi hijo Dani, al que esta tesis le quitó muchas horas de estar con su padre; a mi hermano Luis por iniciarme en el estudio de los yacimientos minerales y a mis amigos Dani, Edu, Martín, Ricardo, Carolina, Juanma y Miguel Ángel y muchos compañeros del Grupo Mineralogista de Madrid, quienes allende los tiempos, compartieron conmigo la pasión por los minerales.

Finalmente, quiero agradecer a todos aquellos amigos que siempre comprendieron que había días que tocaba tesis y supieron aceptarlo.

Ramón Jiménez Martínez

RESUMEN

En esta tesis doctoral se aborda el estudio de los minerales y sus yacimientos, como una parte importante del patrimonio geológico, con el fin de analizar su problemática particular y proponer medidas para su evaluación, gestión y conservación.

Estos elementos geológicos pueden constituir patrimonio mueble e inmueble, por lo que se estudia en profundidad el tratamiento que reciben en la legislación tanto del patrimonio natural, como en la del patrimonio histórico y cultural, ya que ambos marcos legislativos afectan a su gestión.

Una de las actividades que interaccionan con el patrimonio geológico es el coleccionismo de minerales, por lo que se dedica un capítulo a los aspectos relacionados con ello. Se han recopilado numerosos datos y elaborado distintos listados: museos y colecciones públicas, colecciones privadas, asociaciones de mineralogistas y coleccionistas de minerales, eventos y reuniones de aficionados, aportaciones de los coleccionistas al conocimiento científico y a los museos. Se han definido varios términos de interés, como “patrimonio mineralógico”, “diversidad mineralógica”, “yacimiento de interés mineralógico” y “ejemplar o mineral histórico”, con el fin de ayudar a clarificar el encaje de los minerales y sus yacimientos en el ámbito del patrimonio geológico. La información contenida en esta tesis contribuye a conocer las aportaciones y la problemática asociadas al coleccionismo y permite proponer medidas de gestión en un ámbito que no está suficientemente regulado en la actualidad.

En esta tesis, se destacan los minerales de mayor interés patrimonial (especies con la localidad tipo en España y minerales de elevada proyección internacional en museos y colecciones), y los yacimientos españoles de mayor interés (localidades tipo, yacimientos de alta diversidad mineralógica y/o que han aportado ejemplares a colecciones y museos). El análisis efectuado de los minerales y yacimientos españoles pone de manifiesto la riqueza mineralógica de nuestro país, así como carencias existentes en su investigación científica.

En el capítulo de Discusión se incluyen una serie de recomendaciones en los ámbitos legislativo y de gestión de los minerales y los yacimientos. Se discuten las definiciones de “patrimonio geológico” y “patrimonio geológico mueble” y se definen otras, como “zona de interés mineralógico”, que podría ser aplicada a la protección de los yacimientos minerales de interés. Otra aportación de esta tesis es la confección de un código de buenas prácticas para la recolección de ejemplares en los yacimientos. Se trata de la propuesta de una serie de recomendaciones que podrían ser aplicadas en los

yacimientos que no estén amparados por alguna figura de protección, mientras no exista un desarrollo legislativo que regule la recolección de ejemplares en el campo.

En esta tesis se proponen también algunas modificaciones a considerar en las matrices de valoración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), con el fin de que los Lugares de Interés Geológico (LIGs) cuyo interés principal sea el mineralógico sean valorados en condiciones de equivalencia con el resto del patrimonio geológico.

La metodología de evaluación propuesta ha sido aplicada al caso de los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara. Este ejemplo, con pequeñas adaptaciones, podría ser extrapolable a otros grupos de yacimientos o a otras zonas de estudio. Esta evaluación permite seleccionar los yacimientos que, al presentar mayor interés mineralógico, pasarían a ser valorados junto a otros elementos inmuebles del patrimonio geológico. En último término, se valoran los lugares seleccionados con las matrices del IELIG adaptadas a los LIGs de interés mineralógico, lo que permite avanzar una serie de medidas de gestión, conservación y uso de los mismos.

ABSTRACT

This doctoral thesis deals with the study of minerals and their deposits, as an important part of the geological heritage, in order to analyze their particular problems and to propose measures for their evaluation, management and conservation.

The mentioned geological elements can be movable and immovable heritage, which is why we herein study in depth the treatment received in the legislation of both natural heritage and historical and cultural heritage, as both legislative frameworks affect their management.

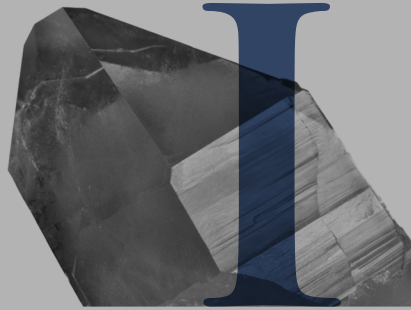
One of the activities that interact with geological heritage is the collection of minerals, so a chapter is dedicated to the aspects related to it. Numerous data and various listings have been compiled: museums and public collections, private collections, associations of mineralogists and mineral collectors, amateur events and gatherings, collectors' contributions to scientific knowledge and to museums. Several terms of interest have been defined, such as "mineralogical heritage", "mineralogical diversity", "mineralogical deposit of interest" and "historical mineral or sample", in order to help clarify the position of minerals and their deposits within geological heritage. The information contained in this thesis contributes to understand both the benefits and the problems associated with collecting, and allows to propose management measures within a context that is currently not sufficiently regulated.

This thesis highlights the minerals of higher heritage interest (mineral species with Spanish type locality, and minerals of high international relevance in museums and collections), and the most interesting Spanish mineralogical deposits (type localities, deposits of high mineralogical diversity and/or that have contributed samples to collections and museums). The analysis of the Spanish mineral samples and deposits shows the mineralogical wealth of our country, as well as some existing lacks in its scientific research.

The Discussion chapter includes a number of recommendations regarding the legislation and management of minerals and mineral deposits. The definition of "geological heritage" and "moveable geological heritage" are discussed, and others such as "mineralogical area of interest" are defined, which could be applied to the protection of mineral deposits of interest. Another contribution of this thesis is the preparation of a best practice code for the collection of specimens from mineral deposits. A series of recommendations is proposed, which could be applied in those fields not covered by some protection figure, as long as there is no statutory development that regulates the collection of specimens in the field.

This thesis also proposes some modifications to be considered in the matrices for the assessment of the Spanish Inventory of Geological Sites of Interest (IELIG), so that the Geological Sites of Interest (LIG) whose main interest is mineralogical be valued under similar conditions to the rest of geological heritage sites (geosites).

The proposed evaluation methodology has been applied to the case of aragonite deposits in the province of Guadalajara. This example, with small adaptations, may be extrapolated to other types of mineral deposits or to other study areas. This allows to select those mineral deposits with higher interest, to be assessed together with other geosites. Finally, those sites selected with the IELIG matrices adapted to the LIG with mineralogical interest are evaluated, which allows to propose measures for their management, conservation and use.



INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del patrimonio geológico, se incluyen los minerales y sus yacimientos, como parte esencial del mismo y como uno de los elementos que intervienen en la geodiversidad de un territorio. Sin embargo, hasta ahora en la mayor parte de los casos, los minerales apenas han sido tenidos en cuenta de manera específica a la hora de planificar la gestión de esta parte del patrimonio natural.

La atención al patrimonio geológico ha adquirido un considerable desarrollo en los últimos años debido, en gran medida, al interés creciente por la conservación del medio natural. Estudios sobre la metodología de su gestión (p.e. Duque *et al.*, 1978; Elízaga *et al.*, 1980, 1993; Sharples, 1993; Cendrero, 1996, 2000; Gallego Valcarce y García Cortés, 1996; Villalobos *et al.*, 2004; Carcavilla, 2006a; Bruschi, 2007; Carcavilla *et al.*, 2007, 2012; García-Cortés y Carcavilla Urquí, 2009; García-Cortés *et al.*, 2014), inventarios de lugares o puntos de interés geológico (p.e. García Cortés *et al.*, 2000a; Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez, 2010; Mendía *et al.*, 2013; Wimbledon *et al.*, 2000; Brilha *et al.*, 2005; Carcavilla y Palacio, 2010;), e inclusión de referencias expresas al mismo y a la geodiversidad en la legislación (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y sus modificaciones), hacen que el patrimonio geológico vaya incorporándose en la conciencia de los ciudadanos, al igual que hace décadas ocurrió con la biodiversidad.

Los minerales presentan la dualidad de poder constituir tanto patrimonio mueble (en el caso de las colecciones de interés), como inmueble (referido a sus yacimientos). Esta doble inclusión en el patrimonio y el hecho de que puedan ser objetos coleccionables, son caracteres determinantes que los distinguen, junto a fósiles, rocas y meteoritos, de la mayoría de elementos del patrimonio geológico.

Además, existen aspectos relacionados con el coleccionismo, como son la recogida y el comercio de minerales, así como la interacción de los coleccionistas con el patrimonio geológico, que añaden una problemática particular en este ámbito, que debe ser considerada.

Los trabajos que hacen referencia a los minerales españoles de interés, son las guías de yacimientos (p.e. Calderón, 1910) y numerosos trabajos científicos y divulgativos. También es destacable la existencia de revistas editadas por grupos mineralogistas (Revista de Minerales, Neolitos, Azogue, Bocamina, Paleomina), en las que se recogen numerosos yacimientos que han aportado ejemplares de alto interés. Sin embargo, apenas se han

llevado a cabo estudios destinados a la evaluación patrimonial de los yacimientos atendiendo al interés de los minerales que contienen.

Una carencia observada en el ámbito del estudio de los minerales españoles de interés y sus yacimientos es la referida a la problemática relacionada con el coleccionismo (recogida de ejemplares, regulación de la actividad, códigos de buenas prácticas, etc.), aspecto que supone una laguna en el conocimiento y en la normativa y que constituye uno de los incentivos a la hora de desarrollar este trabajo. Así mismo, hasta ahora se ha abordado poco la relación del mundo del coleccionismo con el patrimonio geológico, limitándose en la mayor parte de los casos, a la denuncia de actuaciones negativas de la actividad recolectora (p.e. Del Ramo Jiménez *et al.*, 1999).

Por todo ello, se planteó realizar este estudio, que permite aportar soluciones a la problemática asociada a la gestión de los minerales y sus yacimientos.

I.1. Objetivos

El objetivo general de esta tesis doctoral es analizar la situación y la problemática asociada de los minerales y sus yacimientos en el contexto del patrimonio geológico, con el fin de proponer medidas concretas para su evaluación, gestión y conservación.

Los objetivos específicos de la tesis son los siguientes:

- Analizar el modo en que los minerales y sus yacimientos son considerados en el ámbito del patrimonio geológico (inventarios, marco legal, geoconservación y divulgación) y formular propuestas para un adecuado tratamiento de los mismos.
- Analizar la interacción del coleccionismo de minerales con el patrimonio geológico, tanto en relación con las aportaciones científicas y museísticas, como en lo que se refiere al posible expolio de yacimientos y la degradación o destrucción de lugares o elementos de interés.
- Elaborar un listado de los minerales y yacimientos españoles de relevancia en el contexto del patrimonio geológico.
- Identificar la problemática asociada al uso, gestión y conservación de los minerales y sus yacimientos en España y considerar algunos modelos seleccionados del ámbito internacional.
- Aportar una serie de recomendaciones de buenas prácticas en relación con el coleccionismo de minerales.
- Proponer una metodología para la valoración, gestión y protección de los yacimientos minerales con interés patrimonial.
- Aplicación de la metodología propuesta a un caso concreto para constatar su validez.

I.2. Método de trabajo

La metodología de trabajo que se ha seguido incluye una fase de revisión y estudio de los distintos trabajos existentes sobre mineralogía, tanto en España como en el ámbito internacional, que aportan información sobre los minerales y/o sus yacimientos de procedencia. También se revisaron los trabajos sobre evaluación del patrimonio geológico y su aplicación a los yacimientos minerales.

Se ha efectuado, además, la revisión de las principales colecciones mineralógicas, tanto públicas como privadas, existentes en España (Figura 1). Con ello se ha obtenido una base de datos sobre los minerales y los yacimientos de interés, necesaria para cubrir varios de los objetivos de la tesis.

Las colecciones públicas de los principales museos de referencia (Museo Nacional de Ciencias Naturales, Museo Geominero, Museo Histórico-Minero D. Felipe de Borbón y Grecia, Museo de Mineralogía de la UAM, Colección de Mineralogía de la Facultad de Farmacia de la UCM, Museo de Iberduero, Museo Geológico de Extremadura, Museo Minero de La Unión, Museo de Mineralogía de Valseca, Museo del Alto Bierzo y el Museo de Geología de la Facultad de CC Geológicas de la UCM), fueron visitadas personalmente y las colecciones de otros museos públicos de importancia fueron revisadas en internet: Museo de Ciencias Naturales de Barcelona (Foro FMF, 2011a, referencia digital), Museo Mollfulleda (Foro FMF, 2013a, referencia digital) y Museo de Ciencias Naturales de Álava (MTI Blog, 2014, referencia digital). La consulta de colecciones privadas se realizó, en la mayoría de los casos, presencialmente, incluyendo la colección Folch en Barcelona (la colección privada de mayor interés en España). Otras colecciones privadas se han revisado aprovechando los blogs y páginas web de aficionados al coleccionismo de minerales, como son el *Foro de Mineralogía Formativa* (FMF), *Tu Planeta* y el blog *Mineralogía Topográfica Ibérica* (MTI).

Además de esta revisión de colecciones, se solicitó información sobre las mismas, tanto a museos como a coleccionistas, incluyendo la autorización para la utilización de los datos, mediante consulta por correo electrónico.

Para la elaboración de los listados de minerales y yacimientos de interés patrimonial se consultaron principalmente las guías de minerales españoles (Calderón, 1910; Galán y Mirete, 1979; Del Valle González y González Cesteros, 1988, 1989, 1990a, 1990b; Mollfulleda Borrell, 1999) y otras publicaciones sobre mineralogía y coleccionismo. Esta información se vio complementada con la inclusión de yacimientos fruto de nuestra experiencia y trabajo de campo.

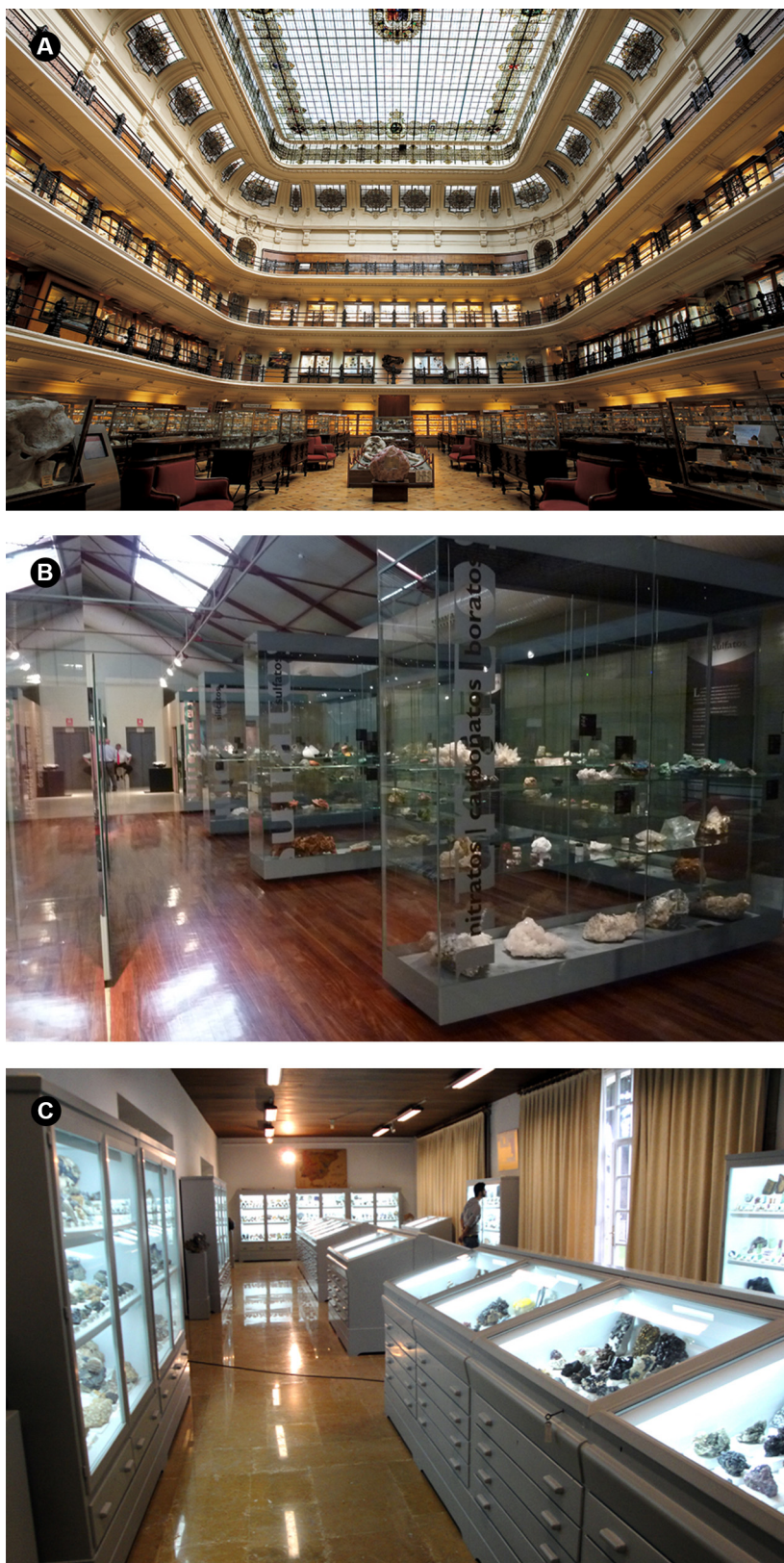


Figura 1. Colecciones de minerales del Museo Geominero (Madrid), A; Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), B y Colección Folch (Barcelona), C.

Para la propuesta de recomendaciones de buenas prácticas en relación con el coleccionismo de minerales, se ha realizado una recopilación bibliográfica de códigos de buenas prácticas y propuestas legislativas existentes en el ámbito internacional. También se ha obtenido información para esta temática mediante la participación en foros de debate de mineralogistas aficionados, tanto en “FMF”, como “Tu Planeta”.

En lo que se refiere a la evaluación previa de los yacimientos de aragonito del Triásico en el ámbito territorial de la provincia de Guadalajara, fue necesario localizar y visitar los yacimientos, seleccionando posteriormente los parámetros requeridos para determinar su valor patrimonial. Se eligieron estos yacimientos porque el aragonito es un mineral clásico de la mineralogía española que tiene su localidad tipo en la Provincia de Guadalajara (Molina de Aragón). Además, se trata de yacimientos bien conocidos por el autor de esta tesis (Jiménez Martínez *et al.*, 2005; Jiménez Martínez, 2010).

Finalmente, una vez seleccionados los yacimientos de mayor interés patrimonial, se procedió a la valoración de los mismos, teniendo en cuenta las modificaciones propuestas en el IELIG para el caso de la evaluación de los yacimientos minerales.



PATRIMONIO GEOLÓGICO
Y SU MARCO NORMATIVO

II. PATRIMONIO GEOLÓGICO Y SU MARCO NORMATIVO

Con el fin de presentar la problemática asociada a los minerales y sus yacimientos en relación con el patrimonio geológico, se incluyen una serie de conceptos que serán utilizados a lo largo de este trabajo y cuyas definiciones han sido ampliamente desarrolladas por distintos autores. A través de ello, se pretende analizar el lugar que ocupan los minerales en los trabajos sobre patrimonio geológico.

II.1. Conceptos y definiciones

La discusión sobre la definición de patrimonio geológico ha sido ampliamente desarrollada por distintos autores, con desigual inclusión de los minerales y sus yacimientos. Así, Cendrero (1996) hace mención expresa de los yacimientos minerales en su definición de patrimonio geológico, pero no a los minerales de manera individual: *“el conjunto de recursos naturales, no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno o **yacimientos minerales**, petrológicos o paleontológicos, que permitan reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo”*.

También se incluyen estos yacimientos en la definición de Gallego Valcarce y García Cortés (1996), al señalar que el patrimonio geológico es *“el conjunto de recursos naturales no renovables de carácter científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas de terreno, **yacimientos** paleontológicos y **minerales**, que permitan reconocer, estudiar, e interpretar la evolución de la historia geológica de la Tierra y los procesos que la han modelado”*.

Durán (1999), da un paso más al considerar no sólo los yacimientos minerales sino que abre las puertas al patrimonio mueble al considerar que el patrimonio geológico *“está constituido por todos aquellos recursos naturales, básicamente no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras, acumulaciones sedimentarias, formas, paisajes, **yacimientos minerales** o paleontológicos o **colecciones de objetos geológicos** de valor científico, cultural o educativo y/o de interés paisajístico o recreativo”*.

En la página web PatriGEO (2001, referencia digital), también se incluye una referencia a los minerales al afirmar que *“el patrimonio geológico es el conjunto de recursos naturales de valor científico, cultural, educativo y/o recreativo; ya sean formaciones y*

*estructuras geológicas, formas del terreno, depósitos sedimentarios, **minerales**, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente y el origen y evolución de la vida sobre este planeta”.*

La Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España, redactó en 2004 una definición con las ideas aportadas en la mesa redonda sobre el patrimonio geológico del VI Congreso Geológico de España en Zaragoza que sirve de referencia en trabajos posteriores sobre patrimonio geológico (Carcavilla, 2006a; Carcavilla *et al.*, 2007), que recoge mención expresa sobre los yacimientos minerales: *“el patrimonio geológico es el conjunto de recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo, ya sean formaciones geológicas, formas del terreno o **yacimientos paleontológicos y mineralógicos** que permitan reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica Tierra y los procesos que la han modelado”.*

Otros autores, proponen definiciones más generales sin hacer mención expresa de los minerales y sus yacimientos: Lago *et al.* (2001), hacen una definición que, sin mencionar expresamente el mundo mineral, permite su inclusión dentro de los recursos propuestos: *“conjunto de recursos naturales de la Gea, no renovables, caracterizados por una composición y unos procesos constitutivos que, operantes en la escala de tiempo geológica, poseen un interés singular para el conocimiento científico y cultural de la historia de la Tierra”.*

Todos estos antecedentes se plasmaron en la definición de patrimonio geológico que se hace en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: *“conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, **minerales**, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”.*

Durán y Carcavilla (2008), señalan que *“el patrimonio geológico está constituido por el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de una región, así como definirla y caracterizarla geológicamente”.* Y en el mismo trabajo afirman que *“los recursos minerales son parte constituyente del patrimonio geológico, en cuanto que reflejan procesos geológicos acontecidos en el pasado, son representativos de la geodiversidad de una región, o poseen particularidades científicas, culturales o educativas significativas para las Ciencias de la Tierra”.* Esta es, por tanto, la definición de referencia en España.

Díaz-Martínez *et al* (2008), proponen una definición simplificada que recoge fielmente el sentido del término de patrimonio geológico: “*elemento geológico con valor patrimonial*”.

De todas estas definiciones se desprende, entre otras cosas, que los minerales y sus yacimientos, se haga mención expresa o no, están incluidos en el patrimonio geológico, ya que son recursos naturales, son recursos no renovables y pueden poseer un alto valor científico, cultural y educativo y, sobre todo, constituyen una parte muy importante de la geodiversidad del planeta.

También se observa que en la mayor parte de los casos señalados, los minerales y las rocas tienen una consideración que va pareja a la de los fósiles, al igual que ocurre con los yacimientos minerales respecto a los yacimientos paleontológicos. Esto es debido a que, en contraposición con lo que ocurre con la mayoría del resto del patrimonio geológico, los fósiles y los minerales poseen un valor intrínseco que va asociado al yacimiento y otro extrínseco al constituir en ocasiones el elemento básico indispensable que compone una colección. Estas particularidades que presentan fósiles y minerales, posibilitan que haya autores que distingan un *patrimonio paleontológico* (Romero Sánchez, 2004), y en algunos casos un *patrimonio mineralógico* (Arana Castillo, 2004; Fernández Caliani, 2012; Jiménez Martínez y Prieto Fernández, 2015), en cierto modo diferenciados del patrimonio geológico.

Como ya se ha apuntado, los minerales, las rocas y los fósiles pueden llegar a poseer un alto valor científico o didáctico, incluso apartados de los yacimientos de procedencia, constituyendo colecciones, en lo que se denomina *patrimonio geológico mueble*. Se distingue por tanto, al hablar de los minerales, un *patrimonio inmueble*, constituido por el conjunto de yacimientos, incluidos los afloramientos de interés puestos al descubierto en explotaciones mineras y un *patrimonio mueble*, constituido por las colecciones geológicas de interés, ya sean públicas o privadas. Sin embargo, no existe por el momento una definición consensuada que incluya todos los elementos que forman parte del patrimonio geológico mueble (Lozano, 2013). Esto se debe en gran medida a que esta parte del patrimonio geológico no se incluye en la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y por tanto no se define.

Para Rocha *et al.* (2007) el patrimonio geológico mueble está constituido por “*colecciones museísticas de rocas, minerales y fósiles*”, definición que se ve completada con las “*colecciones de meteoritos*” en Díaz-Martínez *et al.* (2010). Pero en algunos trabajos, se incluyen dentro del patrimonio geológico mueble materiales geológicos manufacturados por el hombre y elementos antropogénicos relacionados directamente con la geología (Lozano, 2013). Entre los primeros, este autor destaca las preparaciones utilizadas en la realización de estudios geológicos (láminas

delgadas, probetas pulidas, peels, testigos de sondeo) y ejemplares confeccionados a partir de la talla de materiales naturales (gemas, mazos mineros, placas pulidas en roca, etc.). De los elementos antropogénicos relacionados con la geología destacan los libros, mapas, fotografías y otros documentos, aparatos científicos y réplicas de fósiles, minerales y meteoritos.

Una definición muy completa de patrimonio geológico mueble, que será criticada y modificada en el apartado de discusión, se recoge en Díaz-Martínez *et al.* (2012): “*conjunto de elementos geológicos no renovables, extraídos de su contexto y con un cierto valor (científico, didáctico, estético, histórico, etc.), que los convierte en un bien patrimonial colectivo*”.

También en algunos trabajos se ha utilizado la expresión de patrimonio geológico *ex situ* distinguiéndolo del patrimonio geológico mueble (Restrepo, 2011). Según esta autora el patrimonio geológico *ex situ* hace referencia a los materiales que fueron extraídos de su lugar de origen (minerales, fósiles y rocas), mientras que considera más apropiado definir como patrimonio geológico mueble a los elementos museísticos en sí, como por ejemplo el mobiliario, las vitrinas, las etiquetas, etc., y en general, todo el material que soporta la exposición.

Otro concepto que cobra un especial interés al hablar de los minerales es el de *geodiversidad*. Este término nace como homólogo de otro mucho más implantado referido a la Biología, que es el de *biodiversidad*. Biodiversidad o diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. Parece por tanto lógico pensar que la definición de *geodiversidad* incluya el número y/o variedad de elementos, formas y estructuras geológicas, geomorfológicas y de suelos.

La primera definición del término se remonta a principios de la década de los noventa del siglo XX (Burek y Potter, 2002), mientras que en España las primeras referencias del término están asociadas a trabajos de geomorfología y edafología (De Alba *et al.*, 1993). Durante algunos años se fueron sucediendo trabajos en los que se definía el término, como en Sharples (1993 y 1995), Johansson *et al.* (1999), o en los que se reflexiona sobre su relación con otros aspectos del patrimonio geológico (Durán Valsero *et al.*, 1998) y con la biodiversidad (Arribas Herrera y Durán Valsero, 1998).

Las definiciones más aceptadas actualmente y que parecen aglutinar al resto de definiciones son las que hacen Nieto (2001), quien la define como *“el número y variedad de estructuras (sedimentarias, tectónicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y petrológicas) y de materiales geológicos (**minerales**, rocas, fósiles y suelos), que constituyen el sustrato de una región, sobre las que se asienta la actividad orgánica, incluida la antrópica”*, y Gray (2004) quien la define como *“el rango natural de diversidad de rasgos geológicos (rocas, **minerales** y fósiles), geomorfológicos (formas del terreno y procesos) y suelos, incluyendo sus relaciones, propiedades, interpretaciones y sistemas”*.

Estas y otras definiciones se han plasmado en la que recoge la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, según la cual geodiversidad se define como: *“Variedad de elementos geológicos, incluidos rocas, **minerales**, fósiles, suelos, formas de relieve, formaciones y unidades geológicas y paisajes que son el producto y registro de la evolución de la Tierra”*.

Finalmente, Carcavilla *et al.* (2008), hacen una reflexión asimilando geodiversidad como sinónimo de diversidad geológica y sobre su relación con el patrimonio geológico.

Pero además de los términos que vienen recogidos en la normativa sobre patrimonio natural, es necesario fijar la atención en otros de igual importancia en el estudio de los minerales, cuya definición se incluye en la legislación del patrimonio cultural. Así, en la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español (LPHE) se define como *Museo* a las instituciones de carácter permanente que adquieren, conservan, investigan, comunican y exhiben para fines de estudio, educación y contemplación conjuntos y colecciones de valor histórico, artístico, científico y técnico o de cualquier otra naturaleza cultural. Incluso, resulta de interés la definición que el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte hace de las *colecciones museográficas* al señalar que constituyen *“el conjunto de bienes culturales que, sin reunir todos los requisitos necesarios para desarrollar las funciones propias de los Museos, se encuentra expuesto al público con criterio museográfico y horario establecido, cuenta con una relación básica de sus fondos y dispone de medidas de conservación y custodia”* (MECD, referencia digital)

II.2. Situación en España y contexto internacional

La literatura internacional muestra en los últimos años, la importancia que presenta actualmente el patrimonio geológico, dentro de la gestión de los recursos naturales. Pero esto no ha sido así siempre: tradicionalmente la gestión y protección del patrimonio natural, ha prestado mayor atención a la parte biológica del mismo, relegando los elementos geológicos a un segundo término.

Las primeras acciones encaminadas a la protección y catalogación del patrimonio natural se produjeron en el siglo XIX, mediante la implantación de la figura de Parques Nacionales en los Estados Unidos: en 1872 fue declarado el Parque Nacional de Yellowstone, donde uno de los principales valores es de tipo geológico, al centrarse en fenómenos geotérmicos (Dingwall, 2000). Posteriormente, también en el siglo XIX, serían Australia, Nueva Zelanda, Canadá y México, los que declararían sus primeros lugares protegidos, donde se incluyen elementos geológicos.

Algo parecido ocurrió en el continente europeo en las primeras décadas del siglo XX, con la declaración de espacios protegidos en Suecia, Rusia, Suiza y España, donde se declararon los Parques Nacionales de Montaña de Covadonga y Valle de Ordesa. En la actualidad se puede afirmar que en la mayoría de los países desarrollados se van diseñando distintas estrategias y mecanismos para el estudio y conservación del patrimonio geológico y la geodiversidad.

Un recurso de alta implantación empleado en el reconocimiento y gestión de este patrimonio es la realización de inventarios de puntos o lugares de interés geológico (PIGs ó LIGs). Estos inventarios datan de mediados del pasado siglo XX, periodo en el que se esbozan los catálogos en Holanda (Van Rijsinge, 1953) y Reino Unido (Ellis *et al.*, 1996).

En Holanda se presentó en 1945 un catálogo de puntos de interés geológico que no sería bien aceptado por la comunidad científica (Van Rijsinge, 1953), por lo que el inventario no se completaría hasta 1988 (Gonggrijp, 1992).

En el Reino Unido se inició la realización del inventario en 1949, aunque el estudio sistemático se llevó a cabo entre 1977 y 1989, por lo que se les suele considerar los pioneros de esta disciplina (Brocx y Semeniuk, 2007). En este inventario se definen los SSSI (Sites of Special Scientific Interest), que abarcan elementos de carácter biológico y geológico, constituyendo los lugares más importantes de interés natural en el Reino Unido, que deben ser preservados para las generaciones futuras (Soria *et al.*, 1996).

Los criterios utilizados para la valoración de los SSSI de tipo geológico atienden a la importancia geológica nacional e internacional de los lugares, al valor científico de los mismos y a los rasgos geológicos que permitan explicar la historia geológica de una determinada zona.

También a mediados del siglo XX se iniciaron estudios sobre el patrimonio geológico en Australia, creando un desarrollo metodológico muy completo adaptado a las particularidades del continente (Carcavilla, 2006a; Joyce, 2010).

Posteriormente, serían Alemania y Suecia las que realizarían este tipo de estudios: en 1969 Alemania disponía de un grupo cuyo objetivo era la identificación de puntos geológicos de interés científico y divulgativo y Suecia, en esa época, comenzaba un inventario geomorfológico de ámbito municipal (Soyez, 1971).

En la década de los años 80 del pasado siglo se incorporan Irlanda (Daly, 1994) y algunas regiones de Italia (Panizza *et al.*, 1983) a la realización de inventarios y en la siguiente década Austria (Krieg, 1994) y Francia (Haaf, 1995).

En esta época ya se realizaban reuniones informales al hilo de congresos y otros eventos internacionales, donde se daban cita geólogos de distintas nacionalidades con el objetivo de poner en común cuestiones relacionadas con el patrimonio geológico. La primera fue en 1988 en Leersum (Holanda), donde se reunieron geólogos de siete países (Austria, Dinamarca, Finlandia, Holanda, Irlanda, Noruega y Reino Unido). Posteriormente se sucedieron otras reuniones, entre las que figura la que tuvo lugar en Digne (Francia) en 1991, en la que se dieron cita más de un centenar de especialistas, incorporando geólogos, aparte de los países ya mencionados, de Bélgica, España, Francia y Suiza. Los resultados de esta reunión se plasmaron en la llamada Declaración de Digne, en la que se sentaron las bases conceptuales y teóricas para la geoconservación (Collectif, 1994).

A raíz de esta primera reunión, en 1993 se creó la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (ProGEO), a la que algunas instituciones españolas se adhirieron en la década de los noventa del pasado siglo. Esta organización, con el amparo de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) y con el patrocinio de la UNESCO, pusieron en marcha en 1995 el proyecto Global Geosites, con el fin de definir en una primera fase los contextos geológicos de cada país o *frameworks* y posteriormente seleccionar los Puntos de Interés Geológico o *geosites*.

Otro hito importante en el ámbito internacional es la creación de Geoparques, que surgieron a principios de la década de 1990 en Europa, siendo Francia, Alemania, Grecia y España los socios fundadores.

Un Geoparque es un territorio que presenta un patrimonio geológico notable y que lleva a cabo un proyecto de desarrollo basado en su promoción turística, de manera que debe tener unos objetivos económicos y de desarrollo claros (Carcavilla *et al.*, 2012a).

En el año 2000 se crea la European Geoparks Network (EGN), establecida con el auspicio de la Unión Europea y en cooperación con la UNESCO. Esta Red de Geoparques Europeos tiene como objetivo principal la protección de la geodiversidad, acercando en

patrimonio geológico al público general, así como facilitar el desarrollo económico sostenible de los territorios que abarca el Geoparque.

Desde entonces, el número de Geoparques Europeos ha ido en aumento, alcanzando actualmente la cifra de 71 en 23 países (Global Geoparks Network, 2017, referencia digital).

Posteriormente, en 2004, la UNESCO auspició el programa, extendiéndolo a todo el mundo. Se creó de este modo la Red mundial de Geoparques (World Geoparks), como una actividad complementaria del Programa Internacional de Geociencias, PICG (antes Programa Internacional de Correlación Geológica). En esta red se incluyeron en un principio 17 Geoparques Europeos y 8 Geoparques de China, existiendo en la actualidad 119 Geoparques en 34 países (Global Geoparks Network, 2017, referencia digital).

En 2015, la UNESCO incorporó los Geoparques como un programa propio integrado en el Programa de Geociencias, que pasó a llamarse Programa de Geociencias y Geoparques. Así, los Geoparques pasaron a llamarse Geoparques Mundiales de la UNESCO.

En España, tras los primeros estadios iniciales con la declaración de los Parques Nacionales a principios del siglo XX, se creó en 1927 la figura de protección de Monumento Natural de Interés Nacional, categoría donde se incluyeron numerosos elementos de interés geológico (Carcavilla *et al.*, 2009).

Posteriormente, la Guerra Civil Española (1936-1939) influyó negativamente en estos primeros trabajos de conservación, que se vieron ralentizados durante más de tres décadas (Ramos Gorostiza, 2006).

En este periodo se promulgaron dos leyes en relación con la protección de la naturaleza, con lo que quedaron amparados algunos elementos geológicos: por un lado, la Ley de Montes de 1957, que incluía un capítulo sobre los Parques Nacionales y por otro, la Ley de Espacios Naturales Protegidos de 1975, que incluía cuatro categorías de protección: Reserva Integral de Interés Científico, Parque Nacional, Paraje Natural de Interés Nacional y Parque Natural.

En lo que se refiere a la realización de inventarios de puntos o lugares de interés geológico, los primeros trabajos en el ámbito regional datan de 1975, cuando el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA), junto a la Dirección Técnica de Planeamiento Metropolitano de Madrid, realizan un estudio sobre la conservación de los lugares de interés geológico y paleontológico de la provincia de Madrid, incluyendo un inventario de los mismos y las directrices para su conservación (ICONA, 1975).

En el ámbito nacional, se han señalado tres etapas en el desarrollo de inventarios de puntos de interés geológico (Durán Valsero *et al.*, 2005):

- La primera abarca desde 1978 a 1989; durante esta época el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), sentaría las bases del Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico (Elizaga, 1988; Elizaga *et al.*, 1980, 1993). Dentro de esta etapa, en 1985, se promulgaría la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español (LPHE) que, como se verá en el apartado de legislación, bajo la figura de Bien de Interés Cultural (BIC) da amparo no sólo al patrimonio paleontológico, sino que es la única legislación española que incluye el patrimonio geológico mueble.

En 1989 se promulgó la Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, que determina la clasificación de los espacios naturales protegidos según las siguientes categorías: Parques, Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos. Al amparo de esta ley y de su desarrollo autonómico, se han incluido numerosos elementos de interés geológico en estas categorías de protección, como por ejemplo los Picos de Europa o el volcán Teneguía.

- La segunda etapa, a partir de 1989, se distingue por la incorporación del inventario de los Puntos de Interés Geológico en la cartográfica del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000 (MAGNA). Se inventariaron 545 PIG hasta el año 1996 y algunas autonomías desarrollarían sus propios inventarios, como el País Vasco (Tamés *et al.*, 1991) y la Región de Murcia (Arana *et al.*, 1999).
- Por último, la tercera etapa se inició con la generalización de estudios e inventarios de la mayor parte de las Comunidades Autónomas, desde diversas instituciones y algunas empresas, como ENRESA (Durán y Nuche, 1999; Nuche, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004).

También, durante la última década se han realizado algunos inventarios a escala autonómica con un importante desarrollo metodológico, como es el caso de Andalucía (Junta de Andalucía, 2004) y Cataluña (Druguet *et al.*, 2004), comunidad donde se obtuvo un amplio consenso por parte de la comunidad científica debido al proceso participativo seguido en su elaboración.

Coincidiendo con estas últimas etapas de desarrollo de inventarios de PIGs, durante los años 1996 y 2007 se ha desarrollado en España el proyecto *Global Geosites*, con el fin de identificar los contextos geológicos españoles, misión liderada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), como servicio geológico nacional.

El primer resultado de este trabajo fue la elaboración de una lista con 20 contextos geológicos españoles de relevancia internacional (García Cortés *et al.*, 2000b).

Posteriormente, a partir de 2001, se inició la descripción de los contextos seleccionados y del fundamento de su trascendencia internacional. Se realizó la denominación de estos contextos, que posteriormente sería ampliada a finales de 2013 (IGME, 2013, referencia digital).

La lista de contextos geológicos españoles de relevancia internacional queda, por tanto, como sigue:

- El Orógeno Varisco Ibérico.
- Las sucesiones estratigráficas del Paleozoico inferior y medio.
- El Carbonífero de la Zona Cantábrica.
- La Faja Pirítica Ibérica.
- Mineralizaciones de Mercurio en la Región de Almadén.
- El rifting de Pangea y las sucesiones mesozoicas de las cordilleras Bética e Ibérica.
- Mineralizaciones de Plomo-Zinc y Hierro del Urgoniano de la Cuenca Vasco-Cantábrica.
- Fósiles e Icnofósiles del Mesozoico continental.
- El Límite Cretácico–Paleógeno (K/Pg).
- Las Cuencas sinorogénicas surpirenaicas.
- Las unidadesolistostrómicas del Antepaís Bético.
- La extensión miocena en el Dominio de Alborán.
- Vulcanismo neógeno y cuaternario de la Península Ibérica.
- Edificios y morfologías volcánicas de las Islas Canarias.
- Episodios evaporíticos messinienses.
- Las cuencas cenozoicas continentales y los yacimientos asociados del Levante español.
- Yacimientos de vertebrados del Plioceno y Pleistoceno español.
- Red fluvial, rañas y relieves apalachianos del Macizo Ibérico.
- Costas de la Península Ibérica.
- Sistemas kársticos en carbonatos y evaporitas de la Península Ibérica y Baleares.
- Complejos ofiolíticos de la Península Ibérica.

Finalmente, dentro del proyecto *Global Geosites*, se seleccionaron y describieron los puntos de interés geológico representativos de estos contextos (Figura 2). En total se han

propuesto 144 Puntos de Interés Geológico, que constituyen los candidatos españoles a figurar en la lista internacional del *Global Geosites*, constitutiva del Patrimonio Geológico Mundial (García-Cortés, 2008).

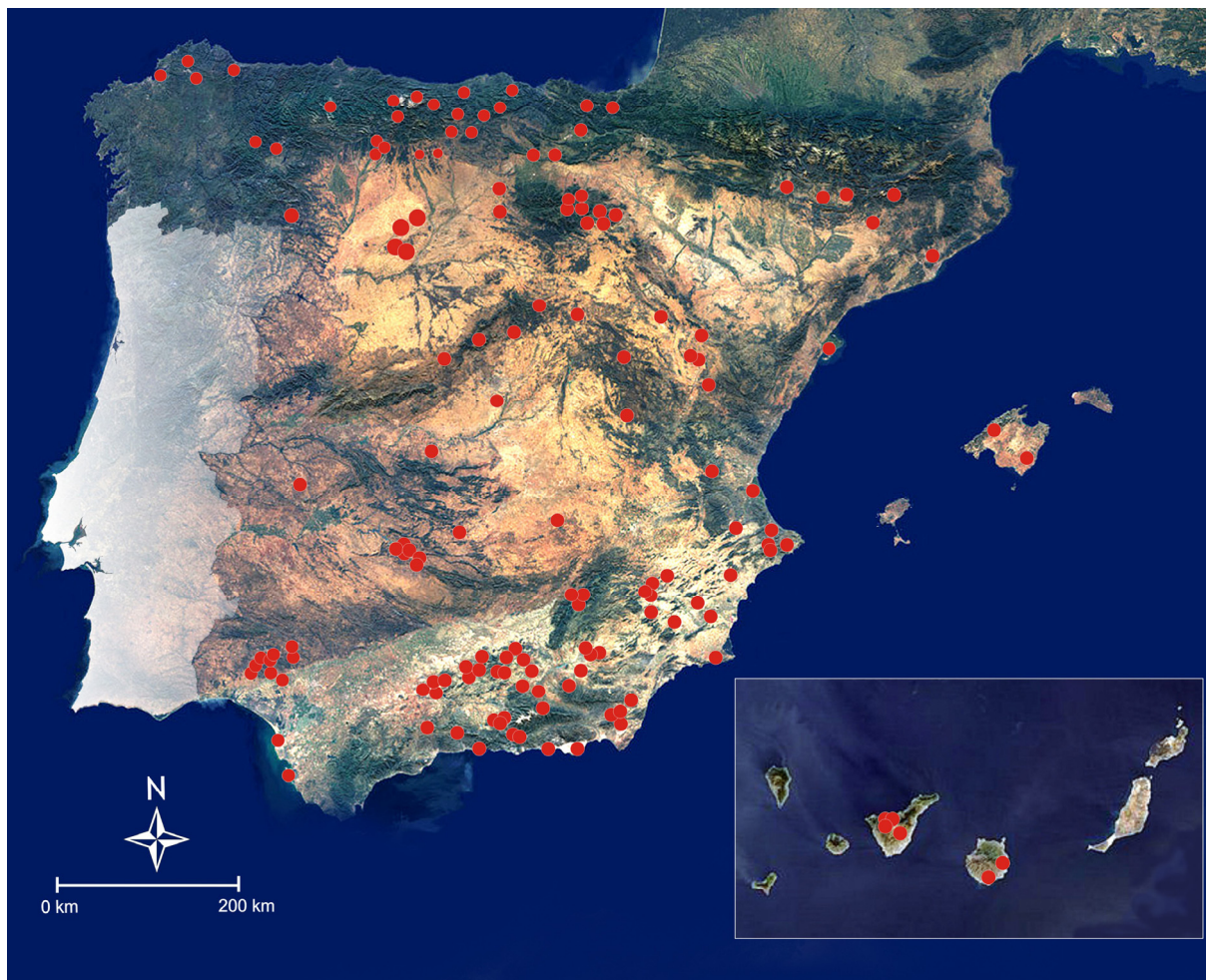


Figura 2. Distribución geográfica de los Global Geosites representativos de los contextos geológicos españoles de relevancia internacional (García-Cortés, 2008).

En lo que se refiere al proyecto *Geoparques*, en España se han declarado once Geoparques: Geoparque del Maestrazgo (Teruel), Parque Natural de las Sierras Subbéticas (Córdoba), Parque Natural del Cabo de Gata (Almería), Sobrarbe (Huesca), Costa Vasca (Guipúzcoa), Sierra Norte de Sevilla, Villuercas-Ibores-Jara (Cáceres), Cataluña Central (Barcelona), Molina-Alto Tajo (Guadalajara) y en Canarias, Geoparque Lanzarote y Archipiélago Chinijo y Geoparque El Hierro (IGME, referencia digital).

También es destacable en época reciente la presentación de varias tesis doctorales que incluyen metodologías de estudio y gestión referidas al patrimonio geológico (Romero Sánchez, 2004; Carcavilla, 2006a; Bruschi, 2007; Restrepo Martínez, 2011).

Paralelamente, en 2007 se promulgó la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad (LPNB), que entre otras disposiciones, introduce la obligatoriedad de la realización de un inventario de Lugares de Interés Geológico a nivel nacional. A raíz de esta exigencia, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) redactó un documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico, actualizando la metodología existente en la propia institución (García-Cortés y Carcavilla, 2014). Este marco metodológico sienta las bases para aquellas comunidades autónomas que no hayan realizado sus propios inventarios de Lugares de Interés Geológico (LIGs) o que quieran ampliarlos para su adaptación a la Ley 42/2007. Esta ley y el desarrollo normativo que le acompañan, marcarán una cuarta etapa en la realización de inventarios en España.

En lo que respecta al patrimonio geológico mueble, es destacable la labor realizada en los últimos años por la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España, que incluye varias propuestas:

- a. Propuestas de enmienda a la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad (LPNB) en las que se remarca el hecho de que el patrimonio geológico mueble constituye una parte importante del patrimonio natural, con elevado interés científico y cultural, que debe ser conservado para las generaciones futuras (Congreso de los Diputados, 2007).
- b. Propuesta conjunta con la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, enviada a los partidos políticos que concurrieron a las elecciones generales de la legislatura 2011-2015 para familiarizar a los responsables políticos con las iniciativas de geoconservación, entre las que se incluyen iniciativas para la protección del patrimonio geológico mueble e inmueble y la promoción de normas para evitar la pérdida, expolio y comercio del patrimonio geológico mueble (Guillén Mondéjar *et al.*, 2012)

Paralelamente, en el año 2011 se aprobó el Real Decreto 1274/2011, del Plan Estratégico de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. En este Plan Estratégico, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural, actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente, encomienda al Instituto Geológico y Minero de España varias de sus acciones, entre las que se encuentra la “2.8.3.: Promover mecanismos para regular la recolección y controlar el comercio de elementos muebles del patrimonio geológico” (Delvene *et al.*, 2016), por lo que se espera que a lo largo de 2017 se concreten las conclusiones de dicha encomienda.

También en el ámbito internacional se están dando los primeros pasos encaminados a la conservación del patrimonio geológico mueble. Así, en la Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en su período de sesiones celebrado en Hawái del 1 al 10 de septiembre de 2016 se aprobó la Resolución 83 (UICN, 2016, referencia digital) donde se exhorta a sus propias Comisiones y, sobre todo, a la Comisión Mundial de Derecho Ambiental (WCEL) y a la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (WCPA) a que:

- a. Promuevan y apoyen iniciativas internacionales orientadas hacia la conservación y el uso sostenible del patrimonio geológico mueble, incluida su gestión adecuada dentro de las áreas protegidas;
- b. Preparen directrices sobre la protección, conservación y gestión del patrimonio geológico mueble, y promuevan dichas directrices de la UICN en el plano internacional; y
- c. Promuevan y apoyen, en colaboración con los interesados internacionales (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura – UNESCO, y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas - IUGS), el debate sobre conservación y gestión del patrimonio geológico mueble, de conformidad con la reglamentación nacional e internacional sobre su comercio.

II.3. Estudio del patrimonio geológico

El estudio del patrimonio geológico y de la geodiversidad figura entre las más recientes áreas de investigación incorporadas al ámbito de la Geología (Carcavilla *et al.*, 2012a).

Estos estudios se encuadran en 5 parcelas de investigación: 1) análisis de la geodiversidad, 2) realización de inventarios de elementos de interés geológico, 3) desarrollo metodológico para el estudio, evaluación y gestión del patrimonio geológico, 4) conservación de los elementos de interés (geoconservación) y 5) divulgación del patrimonio, incluyendo la didáctica y el geoturismo.

- 1) Los estudios sobre la geodiversidad consisten en analizar la variedad de elementos geológicos presentes y la relación que muestran entre ellos. Para ello se hace indispensable su cuantificación mediante indicadores objetivos basados en el cálculo del número y variedad de elementos geológicos presentes en un lugar mediante el uso de la geoestadística (p.e., Gray, 2004; Carcavilla *et al.*, 2007; Serrano y Ruiz-Flaño, 2007; Manosso, 2009; Hjort y Luoto, 2010).

La diversidad mineralógica es uno de los factores que definen la geodiversidad, por lo que parece lógico, por tanto, integrar la riqueza mineralógica a la hora de abordar este tipo de estudios.

- 2) La realización de inventarios, junto con el estudio de la geodiversidad, supone el paso previo a la propuesta de gestión de elementos de interés y a la implantación de medidas de protección en los casos en que sea necesario.

Los inventarios están basados en la aplicación de una serie de criterios de cuantificación, preferiblemente objetivos, que permitan discernir el interés de cada elemento geológico. Deben mostrar, a la vez, lo más representativo y lo más singular de la geología de un territorio.

Estos inventarios pueden realizarse a distinta escala (Carcavilla *et al.*, 2012a):

- a) *internacional*, como los que se está realizando dentro del proyecto “Global Geosites” entre otros (García Cortés *et al.*, 2000b; Wimbledon *et al.*, 2000; Brilha *et al.*, 2005; Carcavilla y Palacio, 2010),
- b) *nacional*, como por ejemplo la que se está llevando a cabo mediante el “Inventario Español de Lugares de Interés Geológico” (Erikstad, 1984; Look, 1996; Grandgirard y Berger, 1997; García Cortés *et al.*, 2000a; Brilha *et al.*, 2005; De Wever *et al.*, 2006; García Cortés y Carcavilla, 2010; Joyce, 2010),
- c) *regional* (p.e., Duque *et al.*, 1983; Palacio *et al.*, 1985; Gobierno de Aragón, 2001; Carcavilla *et al.*, 2003; Villalobos *et al.*, 2004; Fuertes-Gutiérrez y Fernández-Martínez, 2010; Mendía *et al.*, 2013),
- d) *provincial* (p.e., Robles *et al.*, 1983; Tamés *et al.*, 1991; Jordá, 2004; Fernández-Martínez *et al.*, 2010).
- e) *local* (p.e., Palacio y Ruiz, 1997; Arrese *et al.*, 2004; Déniz-González y Mangas, 2010; Vegas *et al.*, 2011; Carcavilla *et al.*, 2012b).

A título de ejemplo, la metodología planteada en la realización de estos inventarios se puede resumir en los tres pasos siguientes (Carcavilla *et al.*, 2012a):

Selección y definición de los contextos geológicos de interés.

Selección y definición con formatos homogéneos de los puntos o lugares de interés geológico representativos y definitorios de los contextos geológicos establecidos en la fase anterior.

Comparación por distintos expertos del interés de los lugares definidos en la fase anterior y selección definitiva de los que deben figurar en la lista final de lugares de interés geológico.

- 3) En las últimas décadas se han desarrollado numerosos trabajos que sientan las bases metodológicas del estudio, evaluación y gestión del patrimonio geológico (p.e., Duque *et al.*, 1978; Elízaga *et al.*, 1980, 1993; Sharples, 1993; Erikstad, 1994; Winbledon *et al.*, 1995; Cendrero, 1996, 2000; Gallego Valcarce y García Cortés, 1996; Palacio Suárez, 1999; García Cortés *et al.*, 2000b; Druguet *et al.*, 2004; Villalobos Megía *et al.*, 2004; Carcavilla, 2006a; Bruschi, 2007; García-Cortés y Carcavilla Urquí, 2009).

El objetivo final de estos desarrollos metodológicos es el de poder identificar qué elementos presentan especial relevancia, determinar la geodiversidad que posee una zona, evaluar el interés de los lugares seleccionados en base a criterios objetivos que permitan la cuantificación de distintos parámetros y en último caso, promover su conservación.

Existen algunos trabajos metodológicos referidos al patrimonio geológico mueble, donde se sistematiza la gestión de las colecciones mineralógicas (Jiménez Martínez *et al.*, 2010, 2013; Jiménez Martínez y González Laguna, 2013).

- 4) En lo referente a la geoconservación, su estudio está basado en el análisis de las técnicas y medidas (estrategias, programas y acciones) encaminadas a asegurar la conservación del patrimonio geológico (p.e., Zarlenga, 1999; Villalobos, 2001; Carcavilla, 2006a; Pérez Lorente, 2000). El objetivo final no es sólo evitar la degradación o destrucción de un elemento geológico de interés, sino también prevenir, corregir o minimizar las afecciones que puedan sufrir.

También entraría dentro de este campo de investigación el asesoramiento a las administraciones competentes en el desarrollo de la normativa sobre el medio natural, que incluya la geoconservación (Dingwall, 2000).

- 5) La divulgación del patrimonio geológico es otro de los ámbitos del estudio de esta rama de la Geología. Su estudio abarca un amplio abanico de posibilidades: trabajos divulgativos sobre cuestiones generales relacionadas con el patrimonio geológico (p.e., Carcavilla *et al.*, 2012a); descripción de lugares e itinerarios de interés geológico (p.e., Sáenz Ridruejo, 1999; Fernández-Martínez y Castaño de Luis, 2013); realización de trabajos y elaboración de guías de elementos geológicos singulares de ámbito local, provincial, regional, nacional e internacional (p.e., Águeda *et al.*, 1985; ITGE, 1992; Durán, 1998; Arana *et al.*, 1999; Durán y Nuche, 1999; Vegas, 2000; Nuche, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004; Carcavilla *et al.*, 2003; Casanova Honrubia *et al.*, 2004; Brocx y Semeniuk, 2011; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2013) y de zonas que ya presentan algún interés previo, comarcas,

mancomunidades, parques naturales, parques mineros, etc. (p.e., Simón *et al.*, 2003; Carcavilla, 2006b; Mancheño *et al.*, 2010; Hilario *et al.*, 2013).

Dentro del apartado de la divulgación del patrimonio geológico se encuentran algunos trabajos referidos al patrimonio mineralógico, tanto inmueble (p.e., Arana Castillo, 2004), como mueble (p.e., Jiménez Martínez *et al.*, 2011, 2012b).

II.4. Marco legal

A la hora de abordar la legislación existente relativa al patrimonio geológico es necesario considerar, por un lado, la legislación sobre el patrimonio natural, donde se encuadra el patrimonio geológico inmueble y, por otra parte, la referida al patrimonio histórico y cultural, que regula elementos tanto del patrimonio geológico mueble como del inmueble.

II.4.1. Legislación referida al patrimonio natural y figuras legales de protección

No existen normas generales de ámbito mundial que se ocupen de la protección del patrimonio natural. Sin embargo, se han desarrollado algunos programas, convenios y/o directivas, que son de aplicación en los países adscritos a las distintas iniciativas.

Los primeros espacios protegidos datan de finales del siglo XIX, cuando se implantó la figura de Parques Nacionales en Estados Unidos -el Parque Nacional de Yellowstone fue declarado en 1872. Posteriormente serían Australia en 1879, Nueva Zelanda en 1885, Canadá en 1888 y México en 1889, los que declararían sus primeros lugares protegidos.

En el continente europeo, los pioneros en la conservación de la naturaleza y en la declaración de espacios protegidos fueron Suecia (1900), Rusia (1912), Suiza (1914) y España (1916) (Vacas Guerrero, 2005).

En la actualidad, aproximadamente el 14% de la superficie del planeta se encuentra protegida mediante alguna figura de protección. En el contexto europeo, 1,2 millones de km² están protegidos por más de 90.000 áreas de protección (Europarc-España, 2012).

El marco legal del patrimonio natural español tiene su antecedente en la Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre, donde se clasificaban los espacios protegidos en “Parques”, “Reservas Naturales”, “Monumentos Naturales” y “Paisajes Protegidos” y en la que no se hacía referencia expresa al patrimonio geológico. Esta ley fue derogada por la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad (LPNB), desarrollada mediante el Real Decreto 556/2011. El resto de la normativa sobre el patrimonio natural que regula al patrimonio geológico, aunque en menor medida, lo constituyen la Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural, la Ley 5/2007 de

la Red de Parques Nacionales y la legislación del suelo (Real Decreto Legislativo 2/2008 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo).

La Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad introduce importantes avances en el campo del patrimonio geológico y la geoconservación (Díaz Martínez *et al.*, 2008). Así, en el preámbulo de la misma se señala que la conservación de la geodiversidad es uno de los principios de la ley y posteriormente se indica que esta protección es un deber de las Administraciones Públicas. Se definen los términos “geodiversidad o diversidad geológica”, “Geoparque o parque geológico” y “patrimonio geológico”. Obliga a la realización de un inventario de “Lugares de Interés Geológico”, cuyo desarrollo se realiza en el Real Decreto 556/2011 y a elaborar un Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural, en el que uno de los objetivos es la conservación y uso sostenible de la geodiversidad.

En el apartado referido a los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), la mencionada ley introduce, como uno de los objetivos, la definición del estado de conservación de la geodiversidad, incluyendo la identificación de la capacidad e intensidad de uso de la geodiversidad y de los procesos geológicos, previendo y promoviendo su conservación y restauración.

Entre los criterios seleccionados para definir los espacios naturales protegidos están el de “contener sistemas o elementos de especial interés geológico” y la “protección y mantenimiento de la geodiversidad”.

Se prohíbe la recogida de material geológico en las Reservas Naturales, salvo en los casos de obtención de una autorización y se establece como nueva figura de protección el “Área Marina Protegida”, para la protección de elementos geológicos del medio marino, ampliándose asimismo la definición de “Parque”, con la inclusión de áreas naturales que merezcan una atención preferente debido a la presencia de una diversidad geológica de alta singularidad. En el caso de los “Monumentos Naturales”, su definición se amplía para dar cabida a los yacimientos minerales y los estratotipos que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos.

Se crea un Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad en el que, entre sus objetivos, se incluyen la promoción de la inversión, gestión y ordenación de la geodiversidad y la financiación de acciones específicas relacionadas con la misma, incentivándose los estudios y prospecciones que persigan el desarrollo y actualización del inventario español del patrimonio natural.

En lo que respecta a la Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural (LDSMR), propone fomentar iniciativas para el conocimiento, protección y uso sostenible del

patrimonio geológico y minero como recurso científico, cultural y turístico, aprovechar los recursos geológicos para promover el desarrollo sostenible en el medio rural y potenciar el turismo geológico y minero. Asimismo incluye como medida para el desarrollo, el uso de los recursos geológicos del entorno rural que pueden ser utilizados para un desarrollo sostenible, dando prioridad a la conservación del medio ambiente, el paisaje y el patrimonio natural y cultural.

La Ley 5/2007 de la Red de Parques Nacionales incluye entre sus anexos un listado de sistemas naturales geológicos que deben estar representados en la Red de Parques Nacionales.

El Real Decreto Legislativo 2/2008 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo, también puede ser utilizado en la protección del patrimonio geológico gracias a la asignación de algunos regímenes especiales de protección urbanística en determinadas zonas.

Por último, hay otras normas que de manera lateral pueden dar cobertura a la protección del patrimonio geológico, como las que regulan las actividades sujetas a evaluación de impacto ambiental, el dominio marítimo-terrestre y en general, cualquiera que regule la ordenación del territorio.

El artículo 148 de la Constitución señala que las comunidades autónomas (CCAA) podrán asumir competencias en materia de gestión del medio ambiente, lo cual ha permitido el desarrollo de legislación autonómica relativa a este tema. Las comunidades autónomas han desarrollado su normativa referida a la protección de la naturaleza, que suelen incluir figuras de protección (Tabla 1), sin embargo esta legislación no incorpora referencias relativas al patrimonio geológico, ya que son anteriores a la Ley 42/2007. Es de prever que en los próximos años se promulguen leyes autonómicas que desarrollen la nueva legislación estatal sobre patrimonio natural y por tanto incluyan referencias al patrimonio geológico y la geodiversidad.

En cuanto a las figuras legales de protección en España, la primera norma legal orientada a la conservación del patrimonio natural fue la Ley de Creación de Parques Nacionales fue publicada en 1916 y en su posterior desarrollo se declararon los primeros parques nacionales (Montaña de Covadonga y Valle de Ordesa). En 1927 se declararon varios espacios con otras figuras de protección como Sitios Naturales y Monumentos Naturales de Interés Nacional (Vacas Guerrero, 2005).

En las dos últimas décadas se ha producido un fuerte incremento en el número de espacios naturales protegidos, pasándose de unos cincuenta espacios en los años ochenta

del pasado siglo, a más de 1.900 lugares en la actualidad (15 Parques Nacionales, 149 Parques Naturales, 291 Reservas, 328 Monumentos, 53 Paisajes Protegidos, un área marina protegida y más de 1.000 espacios con otras figuras de protección), siendo la superficie total protegida en España un 27,21% del territorio. Estos datos superan ampliamente los umbrales mínimos establecidos en el 10% en el Convenio de Diversidad Biológica y en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (Europarc-España, 2017).

Comunidad Autónoma	Legislación de Patrimonio Natural	Desarrollo reglamentario
Andalucía	Ley 2/1989, de 18 de julio	225/1999, de 9 de noviembre 95/2003, de 8 de abril
Aragón	Ley 6/1998, de 19 de mayo	271/2002, de 23 de julio
Canarias	Ley 12/1994, de 19 de diciembre	1/2000, de 8 de mayo
Cantabria	Ley 4/2006, de 19 de mayo	101/1986, de 9 de diciembre
Castilla-La Mancha	Ley 9/1999, 26 de mayo	207/1999, de 5 de octubre
Castilla y León	Ley 8/1991, de 10 de mayo	94/1998, de 14 de mayo
Cataluña	Ley 12/1985, de 13 de junio	328/1992, de 14 de diciembre
Navarra	Ley Foral 9/1996, de 17 de junio	320/1996, de 9 de septiembre
Comunidad de Madrid	Ley 16/1995, de 4 de mayo	
Comunidad Valenciana	Ley 11/1994, de 27 de diciembre	109/1998, de 29 de julio
Extremadura	Ley 8/1998, de 26 de junio Ley 9/2006, de 23 de diciembre	115/1997, de 23 de septiembre
Galicia	Ley 9/2001, de 21 de agosto	72/2004, de 2 de abril 124/2005, de 6 de mayo
Islas Baleares	Ley 1/1991 de 30 de enero	
La Rioja	Ley 4/2003, de 26 de marzo	
País Vasco	Ley 16/1994, de 30 de junio	42/1996, de 27 de febrero
Principado de Asturias	Ley 5/1991, de 5 de abril	45/2001, de 19 de abril
Región de Murcia	Ley 4/1992, de 30 de julio Ley 4/2009 de 14 de mayo	

Tabla 1. Legislación autonómica referida a la protección de la naturaleza (modificado de Vegas et al., 2012).

La Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad clasifica los espacios naturales protegidos en cinco categorías:

- *Parques*: son áreas naturales que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, fauna o de su diversidad geológica, incluidas las formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.
- *Reservas Naturales*: son espacios naturales cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una valoración especial.
- *Áreas Marinas Protegidas*: son espacios naturales designados para la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos y geológicos del medio marino, incluidas las áreas intermareal y submareal, que en razón de su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una valoración especial.
- *Monumentos Naturales*: son espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de protección especial.
- *Paisajes Protegidos*: son partes del territorio que las Administraciones competentes, a través del planeamiento aplicable, por sus valores naturales, estéticos y culturales, y de acuerdo con el Convenio del Paisaje de Consejo de Europa, consideren merecedores de una protección especial.

Se observa que en las definiciones de Parques, Áreas Marinas Protegidas y Monumentos Naturales se incluye la protección de elementos geológicos de interés, e incluso en las Reservas Naturales y Paisajes Protegidos podrían incluirse elementos geológicos que tengan estrecha relación con ecosistemas en el primer caso y de alto valor estético en el caso de los Paisajes Protegidos. Además, al amparo de la Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, se ha desarrollado una extensa legislación autonómica que, sin abarcar de manera expresa en las definiciones de espacios protegidos a elementos geológicos de interés, sí que de manera indirecta se suelen incluir, al formar parte del medio natural. Así, se han creado numerosas figuras de protección, entre las que se han incluido algunos elementos geológicos de interés. Las principales figuras se encuentran incluidas en la Tabla 2.

Nombre de la figura de protección	Menciona expresamente la geología	No menciona la geología pero podría incluirse al referirse al patrimonio natural	Ejemplos de lugares de interés geológico declarados bajo cada figura
Árbol Singular			-
Área Natural Recreativa		X	Embalse de Leurtza (NA)
Área Natural Singular	X		Laguna de Hervías (LR)
Biotopo Protegido (término genérico utilizado en el País Vasco que incluye a otras categorías de esta tabla)		X	Lagunas de Carralagroño y Carravalseca (PV) Litoral Deba-Zumaia (PV) Macizo de Itxina (PV)
Enclave Natural		X	Laguna de Dos Reinos (NA), Badina Escudera (NA), Foz Ugarrón (NA)
Espacio Natural de Interés Local		X	Islas de San Pedro (GA)
Espacio Natural en régimen de protección general (no aparece definición en la correspondiente Ley autonómica como ENP)		X	Ancares (GA)
Espacio Natural Protegido		X	Cañón de Los Almadenes (MU), La Muela-Cabo-Tiñoso (MU)
Espacio Privado de Interés Natural		X	-
Humedal Protegido	Elementos geológicos como marismas, turberas, lagunas o litoral	X	Complexo das praias, lagoa e duna de Corrubedo (GA), Ría de Ortigueira e Ladrado (GA)
Lugar de Interés Científico		X	Volcán del Gasco (EX)
Microrreserva		X (no en VA, sí en CLM)	Cerros volcánicos de La Miñosa (CLM), Estrecho del Hocino (CLM), Laguna de Talayuelas (CLM)

Monumento Natural	X		Falla de la Sierra del Camorro (AN), Glaciares Pirenaicos (AR), Volcán de Teneguía (CAN), Torcas de Palancares y Tierra Muerta (CLM)
Paisaje Protegido		X	Río Tinto (AN), Bco. de Las Angustias (CAN), Chorrera de Horcajo (CLM), Cuatro Calas (MU),
Paraje Natural	Geomorfológicos en Comunidad Valenciana y Andalucía	X (al referirse a formaciones de singular belleza)	Estuario del río Guadiaro (AN), Desfiladero de Los Gaitanes (AN), Desierto de Tabernas (AN), Karst en Yesos de Sorbas (AN), Torcal de Antequera (AN), Serra de Tramuntana (BA), Desierto de Las Palmas (VA)
Paraje Natural de Interés Nacional		X	Cap de Creus (CAT), Cap de Norfeu (CAT)
Paraje Natural Municipal	Geomorfológicos en Comunidad Valenciana		Cova Negra (VA), Barranco La Hoz (VA)
Paraje Pintoresco		MA	Zona de La Herrería
Parque Nacional	Geomorfológicos	X	Sierra Nevada (AN), Ordesa y Monte Perdido (AR), Picos de Europa (AS, CANT y CL), Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (CAT)
Parque Natural	CAN Geomorfológicos : GA, EX, PV, VA, NA, AS, LR, AR.	CAT, CL,	Sierra de Hornachuelos (AN), Moncayo (AR), Los Volcanes (CAN), Lagunas de Ruidera (CLM), Monfragüe (EX), Monte Aloia (GA), Sierra de Cebollera (LR), Bardenas Reales (NA), Aralar (PV), Sierra Espadán (VA), Salines de Santa Pola (VA)
Parque Periurbano y Parque Periurbano de conservación y ocio		X	Dunas de San Antón (AN), Monte la Sierra (AN)
Parque Regional (no aparece definición en las leyes autonómicas de Madrid y Murcia)		X	Picos de Europa (CL), Sierra de Gredos (CL), Cuenca Alta del Manzanares (MA), Sierra de El Carche (MU), Sierra de La Pila (MU), Sierra Salinas (MU), Sierra Espuña (MU), Cabo Cope (MU)
Parque Rural		X	Anaga (CAN), Teno (CAN), Valle Gran Rey (CAN)
PEIN (no aparece definición en la correspondiente Ley autonómica como ENP)		X	Collegats, Delta de l'Ebre, Muntanyes de Prades, Montserrat (CAT), Muntanya de Sal de Cardona (CAT), Zona Volcánica de la Garrotxa (CAT)

Plan Especial de protección (no aparece definición en la correspondiente Ley autonómica como ENP)			Montseny (CAT), Garraf (CAT)
Reserva Fluvial			-
Reserva Integral	X		Ukerdi (NA)
Reserva Natural	CAN, NA VA: Geomorfológicos	CAT	Laguna Fuente de Piedra (AN), Lagunas de Las Canteras (AN), Laguna del Hito (CLM), Larra (NA), Foz de Lumbier (NA), Islas Columbretes (VA)
Reserva Natural Científica (no aparece definición en la correspondiente Ley autonómica como ENP)		X	-
Reserva Natural Concertada	específica		Laguna de la Paja (AN)
Reserva Natural Especial	X		Dunas de Maspalomas y Malpaís de Rasca (CAN)
Reserva Natural Integral	CAN	CAT	Muniellos (AS), Roques de Anaga y de Salmor (CAN), Caps de Creus y de Norfeu (CAT)
Reserva Natural Marina	Geomorfológicos en Comunidad Valenciana		Isla de Tabarca (VA), Irtá (VA)
Reserva Natural Parcial	CAT		Noguera Pallaresa-Collegats (CAT), Noguera Ribagorçana-Montrebei (CAT), Cap Gros (CAT)
Sitio de Interés Científico		X	Salinas de Fuencaliente (CAN), Los Jameos (CAN)
Sitio Natural de Interés Nacional		X	Estaca de Bares y Cabo Vilán (GA)
Zona de Especial Protección de los Valores Naturales		X	As Catedrais (GA), Cañón do Sil (GA), Fragas do Eume (GA), Illa de Ons (GA), Os Ancares (GA)

Tabla 2. Principales figuras autonómicas de protección del patrimonio natural y elementos geológicos de interés incluidos en las mismas (modificado de Vegas et al., 2012). Abreviaturas: AN: Andalucía, AR: Aragón, AS: Principado de Asturias, BA: Islas Baleares, CAN: Canarias, CANT: Cantabria, CL: Castilla y León, CLM: Castilla La Mancha, CAT: Cataluña, EX: Extremadura, GA: Galicia, LR: La Rioja, MA: Comunidad de Madrid, MU: Región de Murcia, NA: Comunidad Foral de Navarra, PV: País Vasco, VA: Comunidad Valenciana.

II.4.2. Legislación referida al patrimonio cultural y figuras legales de protección

Los antecedentes sobre la protección del patrimonio histórico/cultural en el ámbito internacional hay que encontrarlos en la *Carta de Atenas* (1931 y 1933), donde se sentarían las bases sobre la conservación y restauración de este patrimonio.

Posteriormente, en 1955, la UNESCO emprendió una línea de trabajo mediante la *Convención de La Haya para la Protección de los Bienes Culturales en caso de Conflicto Armado*, que sería ratificado por España en 1960. Durante las décadas de los años 60 y 70 del siglo XX, se promulgaron normas y recomendaciones dirigidas al control de exportaciones e importaciones ilícitas de bienes históricos y/o culturales, a la conservación de este patrimonio y a su protección (Patrimur, 2013, referencia digital). Además, ya en la *Convención de la UNESCO sobre la Protección del Patrimonio Cultural y Natural Mundial* de 1972 se hizo una mención expresa a la protección de los elementos geológicos.

En el ámbito de la Comunidad Europea, el Consejo de Europa ha desarrollado varias normas referidas a la protección del patrimonio cultural (1963, 1969, 1980), con menciones expresas al ámbito arqueológico (1969, 1992), donde se suele incluir buena parte del patrimonio geológico al definirse figuras de protección como monumentos o zonas protegidas, que como veremos son utilizadas en la legislación nacional.

La conservación del patrimonio cultural y la preocupación por la cultura en las constituciones europeas vigentes, incluyendo la Constitución española de 1978, tienen su antecedente en la Constitución española de 1931 (Anguita Villanueva, 2004). Esta Constitución, en su artículo 45 y detallando la protección de la riqueza artística e histórica del país, señala: “El Estado protegerá también los lugares notables por su belleza natural...”. Efectivamente, muchos elementos geológicos son de interés por su elevada belleza natural, por lo que a la vista de la Constitución podrían ser protegidos.

De este artículo de la Constitución de 1931 emanaría la Ley relativa al Patrimonio Artístico Nacional de 13 de mayo de 1933, que es la base de la actual legislación sobre el patrimonio histórico-artístico. Así, la Constitución de 1978 recoge el legado en el artículo 46: “Los poderes públicos garantizarán la conservación y promoverán el enriquecimiento del patrimonio histórico, cultural y artístico de los pueblos de España y de los bienes que lo integran, cualquiera que sea su régimen jurídico y su titularidad. La ley penal sancionará los atentados contra este patrimonio”.

En la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad no se hace ninguna referencia expresa al patrimonio geológico mueble, ni tan siquiera a los ejemplares minerales depositados en los museos. Por otra parte y según la Ley 16/1985 de Patrimonio

Comunidad Autónoma	Ley	Desarrollo reglamentario
Andalucía	Ley 1/1991, de 3 de julio Ley 14/2007, de 26 de noviembre	168/2003, de 17 de junio 379/2009, de 1 de diciembre
Aragón	Ley 12/1997, de 3 de diciembre Ley 3/1999, de 10 de marzo	6/1990, de 23 de enero 223/1998, de 23 de diciembre 134/2005, de 5 de julio 227/2010, de 14 de diciembre 228/2010, de 14 de diciembre
Canarias	Ley 4/1999, de 15 de marzo	262/2003, de 23 septiembre 111/2004, de 29 de julio
Cantabria	Ley 11/1998, de 13 de octubre	22/2001, de 12 marzo 36/2001, de 2 de mayo 144/2002, de 19 de diciembre
Castilla-La Mancha	Ley 4/1990, de 30 de mayo Ley 4/2001, de 10 de mayo Ley 9/2007, de 29 de marzo Ley 4/2013, de 16 de mayo	165/1992, de 1 de diciembre 27/2007, de 3 de abril
Castilla y León	Ley 12/2002, de 11 de julio	176/1996, de 4 de julio 98/1998, de 21 de mayo 37/2007, de 19 de abril
Cataluña	Ley 9/1993, de 30 septiembre	78/2002, de 5 de marzo 328/2011, de 26 de abril
Comunidad de Madrid	Ley 10/1998, de 9 de julio Ley 3/2013, de 18 de junio	51/2003, de 10 de abril 52/2003, de 10 de abril 121/2005, de 17 de noviembre 84/2005, de 15 de setiembre
Comunidad Foral de Navarra	Ley 14/2005, de 22 de noviembre Ley 14/2007, de 16 de marzo	D. Foral 217/1986, de 3 de octubre D. Foral 218/1986, de 3 de octubre
Comunidad Valenciana	Ley 4/1998, de 11 de junio Ley 7/2004, de 19 de octubre Ley 5/2007, de 9 de febrero	208/2010, de 10 de diciembre
Extremadura	Ley 2/1999, de 29 de marzo Ley 3/2011, de 17 de febrero	37/1997, de 18 de marzo. 93/1997, de 1 de julio 127/2001, de 25 de julio
Galicia	Ley 8/1995, de 30 de octubre	199/1997, de 10 de julio
Islas Baleares	Ley 12/1998, de 21 de diciembre	144/2000, de 27 de octubre 60/2001, de 20 de abril 58/2004, de 25 de junio
La Rioja	Ley 7/2004, de 18 de octubre	34/2000, de 23 de junio
País Vasco	Ley 7/1990, de 3 de julio	234/1996, de 8 de octubre 204/1998, de 28 de julio 341/1999, de 5 de octubre 342/1999, de 5 de octubre 27/2008, de 5 de febrero
Principado de Asturias	Ley 1/2001, de 6 de marzo Ley 1/2011, de 11 de marzo	126/2001, de 18 de octubre 18/2002, de 8 de febrero
Región de Murcia	Ley 4/1990, de 11 abril Ley 4/2007, de 16 de marzo	180/1987, de 26 de noviembre 129/2000, de 1 de diciembre

Tabla 3. Legislación autonómica referida al patrimonio cultural (modificado de Vegas et al., 2012).

Histórico Español (LPHE) “integran el Patrimonio Histórico Español los inmuebles y objetos muebles de interés artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, etnográfico, científico o técnico. También forman parte del mismo el patrimonio documental y bibliográfico, los yacimientos y zonas arqueológicas, así como los sitios naturales, jardines y parques que tengan valor artístico, histórico o antropológico”.

Se puede considerar que las colecciones de material geológico incluidas en los museos (rocas, minerales, meteoritos, etc.), son objetos muebles de interés científico y/o didáctico. Así, los museos de Ciencias Naturales e Historia Natural de titularidad y gestión pública, se incluyen en la citada Ley 16/1985, por lo que se puede concluir que el patrimonio geológico mueble queda amparado por la LPHE y los decretos de su desarrollo.

Un caso especial del patrimonio geológico lo constituye el de interés paleontológico, también denominado patrimonio paleontológico (Romero Sánchez, 2004). Aunque la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad lo contempla expresamente incluido en la figura de protección del “Monumento Natural”, hasta la actualidad su protección queda amparada en la LPHE y en su desarrollo tanto a nivel estatal como autonómico.

Las Comunidades Autónomas (CCAA) tienen atribuidas las competencias en materia de patrimonio cultural, tal y como establece la Constitución Española de 1978 (Art. 148.1.16º) y la sentencia del Tribunal Constitucional 17/1991 (RTC 1991/17). Las CCAA, teniendo como punto de partida la LPHE, han desarrollado sus propias normas legislativas con el objetivo de garantizar la conservación de su patrimonio cultural (Tabla 3).

La principal norma legal referida a la protección del patrimonio histórico y cultural en España es la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español (LPHE). En su artículo 1.3 se establecen tres categorías de bienes protegidos:

1. Bienes Declarados de Interés Cultural (BICs), que son aquellos que por su especial relevancia merecen una protección singular. Pueden ser declarados como *Monumentos, Jardines Históricos, Conjuntos Históricos, Sitios Históricos y Zonas Arqueológicas*.
2. Bienes Inventariados: figura reservada a los bienes muebles que no tienen suficiente relevancia para ser BIC.
3. Aquellos bienes que no son relevantes, ni se declaran, ni se inventarían, pero que forman parte del Patrimonio Histórico y por tanto se les aplica la LPHE.

Los BICs suponen la categoría de protección patrimonial más elevada del patrimonio histórico y cultural según la LPHE. Además de éstos, las distintas comunidades autónomas han desarrollado otras figuras de igual protección en el desarrollo de sus competencias

(Bienes Culturales Calificados en el País Vasco, BICs y Bienes Catalogados con inscripción específica en Andalucía; Bienes Culturales de Interés Nacional en Cataluña). Todas estas figuras legales tienen como finalidad proteger los elementos más relevantes y a los que se les atribuye un valor cultural excepcional, entre los que se incluyen los bienes muebles e inmuebles geológicos.

Entre las categorías de BICs, el *Monumento*, el *Sitio Histórico* y la *Zona Arqueológica* suelen incluir a numerosos elementos patrimoniales de interés geológico, tanto de tipo mueble, destacando algunos museos, como de tipo inmueble, como algunos yacimientos y parajes de interés. Además, tanto el *Sitio Histórico* como la *Zona Arqueológica* incluyen el interés paleontológico como un criterio definitorio de la protección, desarrollándose por algunas CCAA la figura de protección denominada *Zona Paleontológica*, que se define por regla general como el lugar o zona donde hay vestigios, fosilizados o no, que constituyen una unidad coherente y con entidad propia (Vegas *et al.*, 2012).

Las CCAA han aplicado algunas de las figuras de protección contempladas en la LPHE o han introducido en las mismas nuevos matices, o bien han creado nuevas figuras de protección del patrimonio histórico y cultural. En la Tabla 4 se recogen estas figuras y algunos ejemplos de aplicación al patrimonio geológico.

Comunidad Autónoma	Categoría	Figura de protección
Andalucía	BIC	Conjunto Histórico Sitio Histórico: Cerro Colorado, Corta Atalaya, Corta del Lago, Museo Minero de Riotinto, Corta Peña del Hierro Monumento: Museo de Almería Zona Arqueológica Zona de Servidumbre Arqueológica
Aragón	BIC (Conjunto de Interés Cultural)	Parque Cultural Zona Arqueológica: Cerro de la Garita y Barranco de las Calaveras Zona Paleontológica: yacimientos de icnitas de Arén, Ababuj, Puente del Río Escurisa, El Hoyo, El Castellar, Camino de El Berzal, El Pozo, Ríos Bajos, Las Cerradicas, Los Corrales de Pelejón, El Cantalar, Barranco Luca 1 y 2, Marayete 1 y 2

Canarias	BIC	Monumento: Museo de la Naturaleza y del Hombre Sitio Histórico Zona Arqueológica Zona Paleontológica: Barranco de los Encantados
Cantabria	BIC	Área de Protección Arqueológica Monumento: Museo de la Naturaleza de Cabezón de la Sal Parque Arqueológico Yacimiento Arqueológico Zona Arqueológica
Castilla-La Mancha	BIC	Monumento: mina de la Concepción, Museo de Ciudad Real Sitio Histórico Zona Arqueológica
Castilla y León	BIC	Espacio Cultural: Sierra de Atapuerca Monumento Natural: Las Médulas Sitio Histórico Zona Arqueológica: Yacimiento de Ambrona, Icnitas de Burgos y Soria
Cataluña	Bien Cultural de Interés Nacional	Zona Arqueológica: minas prehistóricas de Gavá-Can Tintorer Zona Paleontológica: Isona i Conca Dellà
Comunidad de Madrid	BIC	Monumento: edificio del ITGME (incluido el Museo Geominero), edificio de la ETS de Minas de Madrid (incluido el Museo Histórico D. Felipe de Borbón y Grecia) Zona Arqueológica: Salinas de Espartinas, La Pedriza Zona Paleontológica: El Soto-Móstoles
Comunidad Foral de Navarra	BIC	Zona Arqueológica
Comunidad Valenciana	BIC	Zona Arqueológica Zona Paleontológica: yacimientos icnológicos de Alpuente, Arquela, Barranco de Vallivana, Bejís, Bicorp, Dos Aguas y Millares
Extremadura	BIC	Espacios de protección arqueológica Parques Arqueológicos Zona Arqueológica: Cueva de Maltravieso Zona Paleontológica

Galicia	BIC	Zona Arqueológica Zona Paleontológica Sitio Histórico: Sierra de Ancares, Monte Lobeira
Islas Baleares	BIC	Lugar Histórico Monumento: Cantera de Robadones Zona Arqueológica Zonas de interés arqueológico y paleontológico Zona Paleontológica
La Rioja	BIC	Monumento Parque Arqueológico Zona Arqueológica Zona Paleontológica: Yacimientos de icnitas de Aguilar del Río Alhama, Arnedillo, Cabezón de Cameros, Cervera del Río Alhama, Cornago, Enciso, Hornillos de Cameros, Igea, Munilla, Muro en Cameros, Préjano, Robres del Castillo, Soto en Cameros, Terroba y Villanueva de Cameros
País Vasco	Bien Cultural Calificado	Conjunto Monumental (zonas arqueológicas) Monumento (zona arqueológica) Zonas de presunción arqueológica
Principado de Asturias	BIC	Conjunto Histórico: Minas de Llumeres Espacio Arqueológico Protección patrimonio geológico y paleontológico vía Decreto (Ley 1/2001, de 6 de marzo. Disposición adicional Séptima): Pozos San Fernando, San Jorge y Samuño, socavones y bocaminas Zona Arqueológica
Región de Murcia	BIC	Parque Arqueológico Parque Paleontológico Sitio Histórico: canteras romanas de Cartagena, Zona minera de San Cristóbal-Los Perules Zona Arqueológica Zona Paleontológica

Tabla 4. Figuras autonómicas de protección del patrimonio histórico y cultural con aplicación al patrimonio geológico (modificado de Vegas et al., 2012).

II.5. Gestión

En los capítulos anteriores se ha señalado la normativa aplicable al patrimonio geológico y algunos ejemplos de gestión referidos a yacimientos de interés. También se ha considerado la interacción del coleccionismo de minerales con el patrimonio geológico, factor a tener en cuenta a la hora de abordar la gestión de los minerales y sus yacimientos. Este apartado aborda las cuestiones relativas a la gestión de los minerales como elementos del patrimonio geológico atendiendo a tres ámbitos de actuación: 1) el referido a los ejemplares, 2) el de los museos y colecciones y 3) el de los yacimientos.

II.5.1. Gestión de ejemplares minerales

No existen en nuestro país casos publicados de gestión referidos a ejemplares individuales de minerales, al margen de yacimientos y colecciones. Sin embargo, en el ámbito internacional se han encontrado algunos ejemplos referidos a la declaración como elementos de interés patrimonial de algunos ejemplares concretos. El caso más conocido sucedió en Francia en 2010 cuando el Museo Nacional de Historia Natural adquirió un excelente ejemplar de fluorita sobre cuarzo ahumado procedente del macizo del Mont Blanc (de Ascenção Guedes, 2010). En virtud de la legislación francesa, este ejemplar de fluorita fue declarado “Bien de Interés Cultural” (lo que en nuestro país se nombra con el acrónimo “BIC”) y pudo ser comprado por el museo. Al ser declarado BIC un elemento, el estado adquiere derecho de tanteo y retracto sobre el bien de tal manera que las distintas administraciones pueden pujar por su compra: una vez que el vendedor pone precio al ejemplar, la opción de compra irá pasando desde los museos de entidades administrativas de menor rango, como municipio o provincia, a los museos de entidades de mayor rango, como la región o el estado. Si ningún museo público se interesa en la compra en un período de tiempo estipulado, el ejemplar se puede vender a particulares e incluso a compradores extranjeros.

II.5.2. Gestión de museos y colecciones

La mayoría de los museos importantes de minerales son de propiedad pública, por lo que su gestión viene regulada mediante la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, y los distintos reglamentos de desarrollo de la misma, así como por otras normas legislativas promulgadas por las distintas comunidades autónomas, en el ámbito de sus correspondientes competencias en materia de museos o colecciones de naturaleza análoga. Se dan algunos casos de museos de propiedad privada, cuya gestión se asimila a la realizada en los públicos.

Las funciones básicas de los museos vienen desarrolladas en Real Decreto 620/1987, de 10 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Museos de Titularidad Estatal y del Sistema Español de Museos:

- a) La conservación, catalogación, restauración y exhibición ordenada de las colecciones.
- b) La investigación en el ámbito de sus colecciones o de su especialidad.
- c) La organización periódica de exposiciones científicas y divulgativas acordes con la naturaleza del Museo.
- d) La elaboración y publicación de catálogos y monografías de sus fondos.
- e) El desarrollo de una actividad didáctica respecto a sus contenidos.
- f) Cualquier otra función que en sus normas estatutarias o por disposición legal o reglamentaria se les encomiende.

Un esquema general de la gestión de los museos se basa en cuatro ámbitos de intervención (Bravo Juega, 1995):

1. *Planificación*: entendida como definición de objetivos, constituye el paso previo para conseguir las metas propuestas por el museo en el marco de sus funciones (investigación, adquisición, conservación, documentación, exposición y didáctica). Incluye la programación de actividades propias del museo, la valoración de los recursos necesarios y disponibles, la gestión y asignación de presupuestos, entre otras cosas.
2. *Organización*: la gestión del museo también engloba la organización de los recursos necesarios, tanto financieros como humanos, para lograr los objetivos.
3. *Motivación*: es importante que el personal que desarrolla su labor en el museo interiorice como suyos los objetivos del mismo. Tanto la delegación como la descentralización contribuyen a la motivación del personal y a la formación de equipos de trabajo cohesionados.
4. *Control*: los sistemas de control permiten comprobar si el museo está alcanzando los objetivos propuestos y si se están cumpliendo las funciones básicas del mismo.

Otra de las tareas a realizar por el personal de los museos es la gestión del ingreso de ejemplares, que se realiza según las siguientes modalidades (modificado de Rey Fraile, 2014):

- *Apremio sobre el patrimonio*: cobro realizado por las Administraciones Públicas de deudas no satisfechas voluntariamente en materia tributaria, mediante el embargo de colecciones de Historia Natural.

- *Compra*: a particulares, profesionales del sector o mediante la puja en subastas.
- *Dación en pago de impuestos*: posibilidad de hacer frente a las obligaciones tributarias mediante la entrega de bienes integrantes del Patrimonio Histórico Español.
- *Depósito o decomiso*: es una consecuencia de la realización de una infracción penal, ya sea un delito o falta dolosos. También los museos han ingresado ejemplares en depósito mediante un contrato regulado en el Código Civil (RD de 24 de julio de 1989, vigente hasta julio de 2014).
- *Donación*: acto de liberalidad por el cual una persona dispone gratuitamente de una cosa en favor de otra que lo acepta.
- *Excavación*: aplicable sólo a restos arqueológicos y paleontológicos.
- *Expropiación*: posible medida de protección de bienes recogida en la Ley 16/1985 de PHE.
- *Herencia, legado, sucesión intestada o abintestado*: bienes, derechos y obligaciones que, por causa de muerte de una persona, son transmisibles a terceros.
- *Intercambios*: en los museos de minerales suelen existir ejemplares normalmente procedentes de recolección en campo, que no forman parte del inventario y son utilizados para talleres, confección de colecciones didácticas e incluso para el intercambio principalmente con coleccionistas y de forma ocasional con otros museos.
- *Ordenación de las colecciones*: supone el cambio de titularidad de los bienes de un museo a otro, al comprobarse que encajan mejor en otras colecciones.
- *Permuta*: transmisiones entre distintas administraciones o con otros Estados.
- *Recolección*: ejemplares obtenidos por el personal del museo durante trabajos de campo de acopio de muestras.
- *Reintegración*: fragmentos inventariados individualmente y que pertenecen al mismo ejemplar, por lo que pueden generar la baja de inventario de los fragmentos y el alta de el ejemplar reintegrado.
- *Usucapión o prescripción adquisitiva*: procedimiento administrativo que permite resolver situaciones producidas por falta de una documentación adecuada, por el paso del tiempo, etc.

De todas estas formas de ingreso de ejemplares, las más comunes en museos de minerales son donación, recolección, intercambio y excepcionalmente la compra.

En lo referente a las colecciones privadas se gestionan sólo para uso y disfrute de los propios coleccionistas y sólo en casos puntuales permanecen expuestas y se permite la visita con el permiso del propietario, como ocurre con la excepcional colección de la familia Folch, en Barcelona.

En los últimos años y gracias a la existencia de numerosos foros y blogs de mineralogistas aficionados, como el Foro de Mineralogía Formativa (FMF) y Tu Planeta o los blogs de algunos grupos mineralogistas y el de Mineralogía Topográfica Ibérica (MTI), se pueden contemplar las fotografías de los ejemplares de numerosas colecciones privadas, cuyos propietarios comparten con otros aficionados y con la comunidad científica.

II.5.3. Gestión de yacimientos minerales

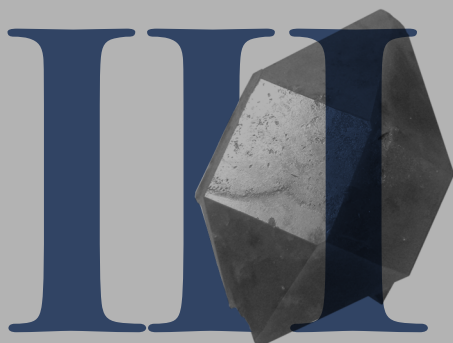
Existen numerosos ejemplos de gestión de yacimientos minerales, por lo que para su clasificación se ha optado por agruparlos en los siguientes grupos:

- 1) *Yacimientos no regulados en terrenos de uso público*: es un caso bastante común en España. La visita y recogida de ejemplares es libre y tan sólo en algunos casos se necesita la solicitud de un permiso para acceder a algunos yacimientos.
- 2) *Yacimientos no regulados en terrenos privados*: es otra de las situaciones más comunes en España. La visita a los yacimientos y la recogida de ejemplares suele estar condicionada al permiso del propietario del lugar donde se ubica el yacimiento. En el caso de explotaciones mineras no caducadas, es necesario contar además con el permiso del director facultativo de la mina.
- 3) *Yacimientos regulados en espacios naturales protegidos*: suelen ser yacimientos ubicados en zonas donde existen planes de ordenación o de aprovechamiento. La casuística de gestión es muy variada y abarca desde la prohibición de la recogida de ejemplares sin un permiso especial (como en el área de influencia del embalse de El Atazar, localizado al norte de la Comunidad de Madrid), hasta la recogida regulada (como en el Parque Natural del Alto Tajo).

Un caso curioso de gestión en el ámbito internacional es el que se realiza en los bosques del estado de Panhandle-Idaho (EEUU), donde el servicio forestal del parque ha desarrollado el “Emeral Creek Garnet Area”, en el que los aficionados a la mineralogía, mediante el pago de una tasa, pueden recoger excepcionales granates con asterismo de una manera segura y respetuosa con el medio ambiente.

- 4) *Yacimientos regulados en explotaciones mineras*: es otro de los tipos de gestión que se están realizando en nuestro país. Se trata de una explotación minera donde previo pago de una cuota se puede acceder a las labores y recoger ejemplares, en ocasiones interesantes. Los ejemplos más conocidos son las minas de Navajún y Ambasaguas en La Rioja, donde los aficionados al coleccionismo y cualquier persona interesada puede visitar y recoger excelentes cristales de pirita.

Un caso muy conocido en el ámbito internacional es el de las minas de cuarzo Herkimer en el estado de Nueva York, donde previo pago de una entrada se puede acceder al yacimiento y excavar buscando espectaculares cuarzos transparentes bipiramidales, cuya calidad estética y gemológica justifica el sobrenombre de “diamantes de Herkimer”. En Alemania hay algunas explotaciones como la cantera Juchem, en el municipio de Niederwörresbach, donde se puede acceder a los yacimientos y recoger geodas de amatista y calcita mediante el pago de una entrada y la observación de las medidas de seguridad.



LOS MINERALES
Y EL COLECCIONISMO
EN EL PATRIMONIO
GEOLÓGICO

III. LOS MINERALES Y EL COLECCIONISMO EN EL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Como se ha señalado dentro del apartado de definiciones, en el patrimonio geológico se incluyen los minerales y sus yacimientos, constituyendo ambos una parte muy importante de la diversidad geológica del planeta.

Los minerales, junto con los fósiles y las rocas, son los principales componentes del patrimonio geológico mueble, al ser los elementos que componen colecciones de alto interés, tanto públicas como privadas. Pero además, los yacimientos minerales, al igual que el resto de elementos de la Geología, pueden constituir lugares de alto valor patrimonial, como por ejemplo los yacimientos de mercurio de Almadén (Palero Fernández, 2013), o el yacimiento romano de oro de Las Médulas (UNESCO, referencia digital), que son amparados por alguna figura de protección (Figura 3).



Figura 3. A, Las Médulas (León), y B, Minas de Almadén (Ciudad Real), yacimientos declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

La existencia de ejemplares recolectables, provoca que muchos yacimientos sean visitados desde época inmemorial para la recolección de minerales.

Parece entonces necesario desarrollar este apartado dedicado al coleccionismo de minerales, ya que, como iremos desgranando, es una actividad que interacciona tanto positiva como negativamente con el patrimonio geológico.

III.1. El coleccionismo

La acción de coleccionar es un rasgo muy enraizado en la psicología humana, en el que se unen el instinto de posesión y la afirmación de lo propio frente al mundo exterior (Cano de Gardoqui García, 2001). Es posible que el afán de poseer, la ambición de

recoger, de rodearse de objetos, de crearse un pequeño mundo, exista desde que los humanos empezaron a tener uso de razón (Marés, 2000).

Son varios los factores que empujan al hombre al coleccionismo, pero entre ellos destacan el deseo de propiedad, la necesidad de realizar una actividad encaminada a la satisfacción propia afectiva e intelectual, el ánimo de competición con los demás y la tendencia a ordenar, clasificar y completar series de objetos.

Desde los albores de la humanidad el hombre ha recogido, fabricado y reunido diversos objetos a los que se les atribuían valores mágicos, funerarios, religiosos o ideológicos. En la antigüedad y hasta la Edad Media fueron los reyes, emperadores, príncipes y altos cargos del estamento clerical, los que fueron acumulando en palacios y templos objetos y riquezas que muestran el lugar de privilegio que ocuparon en la jerarquía de las antiguas civilizaciones y sociedades. En ese amplio periodo de tiempo la naturaleza económica es la actitud determinante a la hora de coleccionar, que se ve reflejada en la acumulación de objetos, donde se cristalizan intereses materiales, cálculos especulativos y de inversión monetaria (Cano de Gardoqui García, 2001). También, junto a esta vertiente materialista, aparece una actitud de curiosidad intelectual que otorga al coleccionismo un valor de utilidad cultural. Esta actitud desemboca en la formación de colecciones públicas que son el inicio de lo que hoy en día conocemos como museos públicos.

El inicio de la formación de los museos se remonta a la antigua Grecia, donde se empezaron a mostrar algunas colecciones de objetos valiosos en dependencias albergadas en el interior de los templos. Sin embargo, el acceso a esos “tesoros” sólo era posible tras el pago de sustanciosas ofrendas, por lo que raramente eran admirados por el pueblo llano.

Hubo que esperar hasta el Renacimiento para que la vertiente estética y contemplativa desembocase en la extensión del coleccionismo a otras clases sociales. Durante esta época, fueron las acaudaladas familias burguesas las que formaron fabulosas colecciones, que en muchos casos constituyeron importantes museos particulares, como en el caso de los Médicis en Florencia. Junto al nacimiento de esta burguesía adinerada, se desarrolló una concepción racionalista que culminó en el siglo XVIII con el nacimiento de los primeros museos públicos, que serían el germen de la museología actual.

III.1.1. El coleccionismo de minerales

En lo que se refiere a los minerales, el primer contacto del hombre con los mismos, fue para la fabricación de instrumentos simples de trabajo, útiles de caza y armas punzantes o cortantes. Para ello utilizó el sílex, cuarcita, sillimanita y otros minerales y rocas de alta

dureza y posibilidad de talla. Pero estos usos todavía no pueden ser considerados como coleccionismo tal y como lo conocemos hoy en día. Tampoco la fabricación y uso de amuletos y adornos confeccionados con piedras o minerales entra dentro del campo del coleccionismo, pero ello despertaría el interés de algunos pueblos como los babilónicos, egipcios y chinos por la amatista, turquesa, cristal de roca, malaquita, lapislázuli y jade (Fagnani, 1980).

Uno de los primeros coleccionistas de minerales fue Mitrídates VI (135-65 a.C.), rey del Ponto, estado de la antigüedad que ocupaba parte de los territorios de las actuales Georgia y Turquía. Mitrídates adquirió y acumuló tanto cristales como piedras preciosas (Mir Amorós, 1990). Posteriormente, en la antigua Roma, sería Plinio el Viejo (23-79 d.C.) quien hizo algunas descripciones detalladas de piedras y minerales, según la utilidad de los mismos.

En el siglo XIV los Médicis fundaron el Museo de Historia Natural de Florencia, que en la actualidad exhibe alrededor de 5.000 minerales, pero es en el siglo XVI cuando el coleccionismo de minerales adquiere las características que conocemos actualmente. Así, Georgius Agrícola (1494-1555) es considerado el fundador de la mineralogía moderna, formando una notable colección de minerales bajo criterios similares a los actuales (Casanova Honrubia, 2006). Agrícola es el responsable de la clasificación de los minerales atendiendo a los caracteres organolépticos que presentan y que son mensurables mediante la observación directa de los ejemplares. Sus trabajos sobre mineralogía y minería culminarían con la obra “De Re Metallica” (Agricola, 1556), que sería el tratado más importante sobre estas ciencias hasta el siglo XVIII.

Durante los siglos XVI y XVII predomina el coleccionismo de minerales por parte de la nobleza, quienes incluyen dentro de los denominados “gabinetes de curiosidades” o “cámaras de maravillas” amplias colecciones de gran diversidad que contenían numerosos objetos y artilugios, joyas, armas, cuadros y libros. Dentro de estos gabinetes, existían los de temática claramente relacionada con la naturaleza, donde se conservaban restos animales y vegetales, conchas y por supuesto rocas, fósiles y minerales. Sin embargo, también empezaban a formarse importantes colecciones por parte de naturalistas, en las que se incluían ejemplares de los reinos animal, vegetal y mineral, que supondrían los albores de la ciencia moderna, aunque con claras influencias del interés medieval por objetos curiosos de la naturaleza (Rábano y Paradas, 2006).

A partir del siglo XVII tuvo lugar la primera edad de oro del coleccionismo, ya que los gobiernos europeos potenciaron la expansión científica, donde la minería y la mineralogía adquirieron un gran protagonismo debido a la necesidad de materias primas tanto para la

industria como para agricultura. Esto hizo que proliferaran numerosos profesionales de la química, minería y otras ciencias que fueron acumulando ejemplares de colección, al tiempo que surgían infinidad de trabajos sobre mineralogía, especialmente en Francia y Alemania. Además, por primera vez, se valoran los caracteres estéticos y de belleza en los ejemplares, surgiendo los primeros comerciantes profesionales (Casanova Honrubia, 2006). Para este mismo autor, la segunda época dorada del coleccionismo de minerales tuvo lugar entre finales del siglo XIX y la Primera Guerra Mundial, cuando tomaron el relevo los coleccionistas americanos y se fundaron los museos más importantes de mineralogía que conocemos actualmente.

El último periodo de esplendor para el coleccionismo de minerales tiene lugar desde las últimas décadas del siglo XX hasta la actualidad. Ya a finales del siglo XX el coleccionismo se ha extendido a todas las clases sociales, e incluso algunas marcas de productos de consumo y editoriales han lanzado al mercado extensas colecciones de minerales. Esto, unido a la mejora de las infraestructuras y de los medios de transporte, ha favorecido la universalización de la búsqueda, compra e intercambio de minerales, dentro de una actividad de ocio que forma parte del coleccionismo. El punto álgido de este periodo se está dando a raíz de la implantación de “Internet” en los hogares. La información disponible en la red, unido a la existencia de numerosos foros y páginas web sobre mineralogía, yacimientos minerales y coleccionismo, han revolucionado el saber en este área del conocimiento, hasta tal punto que hoy en día cualquier persona puede visitar cientos de yacimientos de los que conoce previamente numerosos detalles e imágenes sobre la ubicación, las especies que puede encontrar, los permisos que ha de solicitar para realizar la visita e incluso los peligros que presenta el yacimiento. Esto, como se verá en el siguiente apartado, presenta una problemática asociada en lo que se refiere a la protección y puesta en valor del patrimonio mineralógico. Por una parte permite numerosos hallazgos de interés, al ampliarse la información más allá de los profesionales, a los mineralogistas aficionados, que suelen ser responsables de muchos descubrimientos y de aportar ejemplares a museos e instituciones de carácter científico. Sin embargo, el conocimiento de los yacimientos favorece el expolio de los mismos, ya que asociado al coleccionismo existe todo un entramado comercial de venta e intercambio de ejemplares.

Actualmente, los depositarios más importantes de minerales son los museos e instituciones públicas, que a lo largo de siglos de existencia han reunido millones de ejemplares. Muchos de esos museos surgieron a partir de una colección privada y han ido creciendo principalmente gracias a donaciones de particulares. La historia de la mayor parte

de los museos públicos de mineralogía está asociada a la existencia de una colección privada anterior (Casanova Honrubia, 2006), así como su mantenimiento en el tiempo.

Se hace necesario conjugar, por tanto, por un lado la aportación de los coleccionistas al mundo científico, ya sea mediante el descubrimiento de nuevas especies o de éstas en un yacimiento donde no habían sido citadas anteriormente, o a través de la donación y/o cesión de ejemplares a museos y otras instituciones de carácter público, con el posible expolio y destrucción del patrimonio mineralógico que acarrea en ocasiones la actividad recolectora y de coleccionismo de minerales.

III.2. Las colecciones de minerales

En España existen importantes colecciones de minerales que constituyen parte del acervo cultural del país. Se puede afirmar que alrededor de dos terceras partes de los ejemplares de interés se conservan en museos y colecciones públicas, siendo el resto gestionado por coleccionistas privados.

Un estudio detallado de estas colecciones pone de manifiesto que el número de ejemplares conservados en colecciones españolas asciende a unos 250.000, aunque probablemente esta cifra podría ampliarse a unos 300.000 ejemplares, ya que no se tienen datos fiables de algunos museos y un buen número de coleccionistas privados guardan total discreción en cuanto a la información referida a sus colecciones.

III.2.1. Museos y colecciones públicas

En el conjunto de las colecciones españolas conservadas en museos u otras instituciones se superan los 170.000 ejemplares. Aproximadamente una cuarta parte de estos ejemplares se encuentra en los principales museos de Ciencias Naturales y/o Mineralogía.

Los fondos de estos museos constituyen una infraestructura de referencia en mineralogía, por lo que son consultados por numerosos investigadores, tanto de los propios centros donde se alojan los museos, como de otros organismos de los ámbitos nacional e internacional.

En la Tabla 5 se recogen los datos de los principales museos y otras instituciones públicas españolas que cuentan con colecciones significativas de minerales entre sus fondos. En dicha tabla no se incluyen todos los museos que poseen colecciones, sino aquellos de los que se ha podido tener referencias a través de la bibliografía, visitas o comunicaciones personales.

A partir de los datos reflejados en la Tabla 5, se aprecia que la constitución de la mayor parte de los principales museos españoles de minerales se distribuye a lo largo del tiempo de la siguiente manera:

- En la segunda mitad del siglo XVIII: que coincide con la creación de los primeros museos de historia natural de Europa (por ejemplo el de París, que fue fundado en 1794).
- A lo largo del siglo XIX, que coincide con una segunda etapa de instauración de nuevos museos de Ciencias Naturales en Europa (como el de Londres, construido entre 1873 y 1880).

En el siglo XX, destacando la década de los 80, en la que en España se crearon diez museos con colecciones mineralógicas.

Los museos anteriores al siglo XX son los que cuentan entre sus fondos con colecciones históricas más importantes, destacando el Museo Nacional de Ciencias Naturales, el de la Escuela de Minas de Madrid, el Museo Geominero y el de Ciencias Naturales de Barcelona.

En este sentido se considera en este trabajo “ejemplar o mineral histórico” a aquellos minerales que han formado parte de colecciones desde hace al menos un siglo. Por lo tanto se define “colección histórica” a la que presenta entre sus fondos minerales históricos.

Otra observación que se desprende del número de ejemplares custodiados por los museos es que constituyen colecciones relativamente pequeñas, en comparación con las colecciones de mineralogía de los museos más importantes en el ámbito internacional (por ejemplo, en el Museo Nacional de Historia Natural de Washington se conservan 385.000 ejemplares y en de Londres 180.000). Precisamente esta carencia observada en los museos españoles, nos lleva a resaltar la importancia de los mismos, por pequeños que sean, ya que constituyen el reservorio cultural de los minerales representativos de los yacimientos de un país como es España con una gran geodiversidad e importante tradición minera.

Se aprecia también que los museos creados en las últimas décadas del siglo XX y principios del siglo actual, responden a un ámbito mucho más regional o local que los fundados anteriormente. Este factor, aunque en un sentido limita el contenido de estos museos, aporta alto interés patrimonial a sus colecciones, ya que aun contando con un reducido número de ejemplares, suelen representar de forma precisa la riqueza mineral de una región o distrito minero (como es el caso del Museo de Mineralogía de Extremadura o el Museo Minero de La Unión).

Finalmente es también reseñable la labor realizada en estos últimos tiempos por el Museo de Ciencias Naturales de Álava, que en apenas un cuarto de siglo ha logrado atesorar una colección compuesta por 17.000 ejemplares, con numerosas minerales de alta calidad científica y estética, convirtiéndose en uno de los museos españoles de minerales de mayor relevancia.

Museo/Institución	Fecha de origen	Nº aproximado de ejemplares
Colección de Minerales de la Academia de Artillería de Segovia	1764	2.400
Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid)	1771	15.000
Museo de Historia Natural “Luis Iglesias”. Santiago de Compostela (A Coruña)	1784	-
Museo Geológico del Seminario Conciliar de Barcelona	1817	1.800
Museo Histórico-Minero D. Felipe de Borbón y Grecia (Madrid)	1831	15.000
Museo Geominero. Instituto Geológico y Minero de España (Madrid) (Origen en la Comisión para la Carta Geológica)	1849	18.000
Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Sevilla	Mediados siglo XIX	-
Museo de Ciencias Naturales de la Ciudadela (Barcelona) (Origen en el Museo Martorell)	1878	17.000
Colección Mineralógica e la Facultad de Ciencias de Granada	Finales del siglo XIX	-
Museo de Ciencias Naturales del Real Colegio Alfonso XII. San Lorenzo de El Escorial (Madrid)	Finales del siglo XIX	1.000
Museo de Ciencias Naturales de La Salle-Son Rapinyá (Palma de Mallorca)	Principios siglo XX	1.000
Colección de minerales de la Universidad de Barcelona	Principios siglo XX	23.000
Museo de Historia Natural del Colegio “Liceo Castilla” (Burgos)	Principios siglo XX	500
Colección del Museo de Historia de Sabadell (Barcelona)	1931	12.000
Museo de Ciencias Naturales de La Salle (Teruel)	Mediados siglo XX	1.500
Colección de Mineralogía de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid	Mediados siglo XX	550
Museo de la Naturaleza y el Hombre. Santa Cruz de Tenerife	1951	3.500

Museo de Ciencias Naturales de La Salle-Hermano León. Paterna (Valencia)	1953	2.800
Museo de Ciencias Naturales “El Carmen”. Onda (Castellón)	1955	2.000
Colección del Instituto Gemológico Español (Madrid)	1967	500
Museo de Mineralogía de la Universidad Autónoma de Madrid	1971	600
Laboratorio de Historia Natural del Colegio Salvador (Bilbao)	1974	800
Museo de Iberduero, principalmente en su sede de Arnedo (La Rioja)	1975	1.000
Museo Jordi Povill, Olesa de Montserrat (Barcelona)	1978	4.000
Museo de Geología Valentí Masachs. Manresa (Barcelona)	1980	5.000
Museo de Geología de Vilobi del Penedés (Barcelona)	1981	1.000
Museo Geológico de Extremadura. Mérida (Badajoz)	1982	10.000
Museo de la Gruta de las Maravillas. Aracena (Huelva)	1983	900
Museo Mineralógico de Valverde del Camino (Huelva)	1984	500
Museo Minero de La Unión (Murcia)	1984	-
Museo de Ciencias Naturales de Álava. Vitoria (Álava)	1986	17.000
Museo Molfulleda de Mineralogía. Arenys de Mar (Barcelona)	1988	4.500
Museo Histórico-Minero Francisco Pablo Holgado. Almadén (Ciudad Real)	1988	400
Museo de Mineralogía de la Faculta de Ciencias de Murcia	1988	-
Museo de Mineralogía de Valseca (Segovia)	1996	1.000
Museo de Ciencias de Cogeces del Monte (Valladolid)	1998	1.500
Museo Alto Bierzo. Bembibre (León)	2010	3.800
Museo de la Geología. Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid	2011	500

Tabla 5. Datos de las principales instituciones y museos españoles que disponen de colecciones de minerales.

III.2.2. Colecciones privadas en España

Resulta extremadamente complicado conocer el número de minerales que se encuentran en manos de coleccionistas privados.

Se ha realizado un listado de algunas de las colecciones privadas españolas más importantes a partir de la visita a las mismas, la consulta en los principales foros de coleccionismo mineral y la revisión de la bibliografía existente sobre este aspecto. Este inventario que se recoge en la Tabla 6, no debe considerarse como un listado completo ya que, como se ha mencionado anteriormente, muchos coleccionistas privados prefieren guardar el anonimato.

Se aprecia que el número total de ejemplares reflejados en la Tabla 6 es significativo y supone alrededor de una tercera parte de los minerales conocidos en nuestro país. Además, hay que señalar que en algunos casos la calidad de los ejemplares de colecciones privadas no sólo es comparable, sino que llega a superar a la de las colecciones públicas. Esto es debido en gran medida al poder adquisitivo de algunos coleccionistas, que llega a estar muy por encima de lo que se destina para la compra de ejemplares por parte de los museos públicos.

La temática de las colecciones privadas es variada, existiendo colecciones sistemáticas, regionales, locales, por paragénesis minerales e incluso por determinadas especies, primando habitualmente la calidad estética de los ejemplares.

Una parte de las colecciones privadas termina finalmente en los fondos de los museos, ya sea a través de donaciones, intercambios o ventas. También, muchos ejemplares son vendidos a otros coleccionistas y, aunque sea a largo plazo, pueden pasar a colecciones públicas por los mismos conductos señalados. En general, los ejemplares van pasando de una colección privada a otra hasta que a lo largo de su trayectoria se cruza un museo, en cuyo caso pasan a formar parte de sus fondos de una manera que normalmente es definitiva.

Cuando una colección llega a un museo público español, el patrimonio cultural mineralógico del país se ve incrementado. Sin embargo, en algunos casos, los ejemplares pasan a colecciones extranjeras, lo que supone una pérdida irreversible de ese patrimonio.

Coleccionista	Localidad	Nº aproximado de ejemplares	Observaciones
Agut Verburg, Daniel	Guadalajara	500	Alto valor estético
Arias Ferrero, Francisco	León	-	Minerales de El Bierzo
Bello Quintela, José Manuel	Las Palmas de Gran Canaria	-	Sistemática de las Islas Canarias
Bueno Yanes, Antonino	Madrid	-	Colección sistemática de minerales españoles
Caffarena, Amelia	Málaga	-	Minerales de Andalucía
Calvo, Emiliano	Valencia	3.200	
Calvo Rebollar, Miguel	Zaragoza	10.000	Minerales españoles Alto interés científico
Casado Margolles, Agapito	Madrid	1.000	Preferencia en fluoritas, en especial de Asturias
Crespo López, Ángel	Madrid	-	Alto valor estético
Del Olmo Rodríguez, Santiago	Madrid	-	Sistemática española
Díaz Mauriño, Carlos	Córdoba	-	Más de mil especies representadas
Echevarría Rodríguez, Manuel	Lugo	-	Minerales de la Cordillera Cantábrica
Fabre Fornaguera, Jordi	Barcelona	2.100	Alto valor estético
Fernández Hernán, Martín	Madrid	1.000	Todos de Madrid, en especial de Colmenar Viejo
Fernández Fernández, José	Ourense	-	Minerales de Galicia y León
Ferrer de Andreu, Juan	Cádiz	-	Destacan minerales de Méjico y de la India
Folch Girona, Joaquín	Barcelona	13.500	Una de las colecciones privadas más importantes a nivel internacional
García Álvarez, José Ramón	Oviedo	3.500	Alto valor estético Preferencia en fluoritas
García García, Félix	Salamanca	4.200	Alto valor estético
Gaspar Sintés, Ignacio	Madrid	800	Preferencia elementos, sulfuros y sulfosales
Gil Valenzuela, José	Girona	-	Preferencia en minerales de Cataluña

Gutiérrez Nuez, Francisco J.	León	2.300	Sistemática
Gutiérrez Pérez, Ángel Luis	Madrid	-	Alto valor estético
Hernández Sobrino, Ángel	Ciudad Real	150	Alta perfección estética
Martínez Bruguera, Joan	Barcelona	2.000	Cerca de 500 yacimientos representados
Martínez Palomares, Miguel Ángel	Teruel	-	Preferencia minerales del Keuper de Cuenca
Mayor Boix, Paco	Alicante	4.000	Importante colección de sistemática española
Montoro Cristóbal, Joaquín	Murcia	1.000	
Orueta González, Jorge Juan	Oviedo	6.000	Principalmente minerales de la zona norte
Otero Muerza, José Luis	Madrid	2.000	Alto valor estético
Palero Fernández, Fernando J.	Ciudad Real	-	Principalmente paragénesis del Valle de Alcudia
Pareja Vilches, Carlos	Granada	15.000	Alto valor estético y sistemático
Pastor Aliaga, José Ramón	Alicante	-	Minerales de Levante
Prado Herrero, Pedro	Madrid	2.000	Alto valor estético
Ramos Márquez, Inmaculada Carmona Ruiz, Antonio	Sevilla	900	Principalmente minerales de Andalucía
Ruiz García, Pablo	Santander	500	Minerales de Cantabria
Ruiz Martín, Fco. Javier	Madrid	-	Alto valor estético
Sierra Antiñolo, José	Madrid	-	Alto valor estético
Sola Fernández, José Miguel	Granada	8.000	Preferencia minerales de Andalucía
Soler, Juan José	Valencia	3.000	Importante grupo de minerales de Murcia
Subirán Reyes, Javier	Badajoz	4.000	Preferencia minerales de Extremadura
Utrera Martín, Carlos	Málaga	-	Minerales españoles
Villanueva Álvarez, Raúl	Lugo	-	Minerales de Lugo

Tabla 6. Datos sobre colecciones privadas españolas de interés mineralógico.

III.3. Asociaciones de mineralogistas y coleccionistas de minerales en España

En el punto anterior se pudo observar como el coleccionismo de minerales se extendió a todas las clases sociales en las últimas décadas del siglo XX. Uno de los factores que hicieron posible esta universalización del coleccionismo de minerales fue el nacimiento de diversos grupos o asociaciones que entre sus objetivos incluyen la organización de actividades relacionadas con el coleccionismo, entre las que destacan la divulgación de yacimientos y la realización de visitas a los mismos con la intención de recolectar ejemplares.

Un resumen de las asociaciones españolas de este tipo se muestra en la Tabla 7, donde se señala asimismo el año de fundación de las mismas.

Grupo o asociación mineralogista	Fundación
Sociedad Amigos de la Geología	1971
Sociedad Española de Mineralogía (SEM)	1975
Grupo Mineralogista de Cataluña (GMC)	1978
Grupo Andaluz de Mineralogía (GAM)	1980
Asociación Segoviana de Aficionados a la Mineralogía (ASAM)	1987
Asociación Cordobesa de Mineralogía y Paleontología (ACMIPA)	1988
Asociación Calcita. Grupo Mineralógico de Valladolid	1989
Asociación Gemológica y Mineralógica Vasca (AGV)	1989
Grupo Mineralogista de Madrid (GMM)	1990
Asociación de Museos, Grupos y Colecciones de Mineralogía y Paleontología (AMYP)	1991
Asociación Mineralógica Aragonesa (AMA)	1993
Sociedad Navarra de Mineralogía, Gemología y Paleontología (MI.NA)	1994
Grupo Mineralógico Granadino Mulhacén (GMGM)	1995
Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM)	1995
Grupo Coleccionista Minero Investigador (GRUCOMI) Asturias	1997
Sociedad Mineralógica Gallega (SMG)	1997
Asociación Mineralógica Paleontológica San Vicente del Raspeig (AMPSVR)	2002
Grupo Mineralogista Onubense Faja Pirítica	2002
Sociedad Valenciana de Mineralogía	2007
Grupo Mineralogista de Alicante (GMA)	2008

Tabla 7. Principales asociaciones mineralogistas españolas y año en que fueron creadas.

A continuación se reseñan unos datos resumidos sobre estas asociaciones mineralogistas, poniendo especial énfasis en sus objetivos y en las actividades que realizan en relación con el coleccionismo de minerales. Se han ordenado por fecha de fundación de las asociaciones, siendo la primera la más antigua:

Sociedad Amigos de la Geología

Constituida en 1971 en Valencia puede ser considerada como la asociación decana de los mineralogistas españoles. Su actividad, desarrollada durante dos décadas, estuvo dedicada a la divulgación de la geología, en especial de la mineralogía y la paleontología.

Sociedad Española de Mineralogía (SEM)

Fue fundada en mayo de 1975 en la Universidad Complutense de Madrid. En su primera etapa la SEM tuvo una estrecha relación con el ámbito del coleccionismo, debido, entre otras circunstancias, a que la mayor parte de los socios eran coleccionistas. A partir de 1983 adquirió un carácter más científico, que se plasma en el cambio producido en ese año en su revista, el *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*. La SEM tiene como fines:

1. Promover, coordinar y difundir el conocimiento científico, tecnológico y aplicado que se refiera a la mineralogía, petrología, geoquímica y disciplinas afines.
2. Velar por la conservación del patrimonio natural que tenga relación con minerales y rocas.
3. Promover la calidad de la enseñanza de la mineralogía, petrología y geoquímica y contribuir a la formación de especialistas en estos campos.
4. Asesorar a instituciones y entidades que lo requieran en materia científica y educativa.

Grup Mineralògic Català (GMC)

Aunque sus inicios se remontan a 1975, fue oficialmente fundado en 1978 en Barcelona. El GMC tiene por objeto reunir a las personas que se interesen por la mineralogía, fomentando su estudio y el de las materias relacionadas con ella. Para ello, coordina la colaboración entre aficionados, buscadores, coleccionistas e instituciones científicas. Para la consecución de estos fines, el Grupo promueve el estudio y conocimiento de los minerales mediante la organización de conferencias, cursillos, la publicación de revistas y medios análogos. Una de las publicaciones del GMC es la *Revista de Minerales*, que se edita desde 1995 en castellano y catalán y actualmente tiene una periodicidad semestral. La versión en inglés de la *Revista de Minerales* se publica en otra revista, *Mineral Up*, de igual periodicidad que la anterior.

El Grupo Mineralógico de Cataluña es miembro adjunto de la ICHN (Institución Catalana de Historia Natural), filial del Instituto de Estudios Catalanes.

Grupo Andaluz de Mineralogía (GAM)

Este Grupo, domiciliado en Sevilla y constituido en 1980, tiene como propósito principal la difusión y el estudio de los minerales y derivado de ello el coleccionismo de los mismos.

Asociación Segoviana de Aficionados a la Mineralogía (ASAM)

Se trata de una asociación cultural declarada de Interés Social, que fue creada en septiembre de 1987 con el fin de cubrir el vacío que existía en la vertiente septentrional del Sistema Central en la coordinación de actividades relacionadas con la mineralogía, geología y otras ciencias de la naturaleza y que fueran dirigidas a los aficionados. Sus objetivos principales son:

1. Promover, difundir, coordinar y organizar trabajos de investigación y desarrollo en los campos científicos, tecnológicos y aplicados que se refieren a las ciencias geológicas y, especialmente, a la mineralogía y áreas afines.
2. Promocionar las enseñanzas de las ciencias de la Tierra, sirviendo como centro de información y difusión entre los interesados.
3. Fomentar la protección y el reconocimiento del patrimonio geológico y minero, haciendo hincapié en la conservación y estudio de los lugares de interés minero y paleontológico.

Estos objetivos se consiguen mediante:

1. Organización de reuniones a nivel local, regional o nacional.
2. Publicación de un boletín (Neolitos) y una revista (Litos) periódica de carácter divulgativo e informativo.
3. Organización de excursiones, cursillos, concursos y actos dirigidos a la enseñanza y difusión de la geología y la mineralogía.
4. Colaboración y firma de convenios con instituciones, otras asociaciones, federaciones o entidades para la realización de museos, exposiciones.

Asociación Cordobesa de Mineralogía y Paleontología (ACMIPA)

Esta asociación fue inscrita oficialmente en el Registro Nacional de Asociaciones (Ministerio del Interior) en 1988, siendo clasificada como «Coleccionismo». Está dedicada a la información, artículos y colecciones de minerales y fósiles.

Asociación Calcita Grupo Mineralógico de Valladolid

Esta asociación nació en 1989 debido a la intención de un colectivo de personas relacionadas con la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid de promover una serie de actividades, entre las que destacan las excursiones mineralógicas, los estudios

sobre minerales y yacimientos, asistencias a museos o exposiciones pedagógicas por la provincia, en las que se dan cita coleccionistas de toda la región.

Asociación Gemológica y Mineralógica Vasca (AGV)

Creada en 1989, estuvo inicialmente formada por aficionados a la gemología, ampliando su ámbito a la mineralogía y paleontología posteriormente. Realiza actividades relacionadas con la divulgación y conocimiento de dichas materias, salidas de campo y asistencia a exposiciones y ferias.

Grupo Mineralogista de Madrid (GMM)

Se fundó en mayo de 1990, adscrita a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

La finalidad del GMM es la de promover, difundir y coordinar actividades de interés para el mineralogista aficionado, así como fomentar el coleccionismo, sirviendo como centro de información y difusión entre los interesados. También tiene como objetivo la protección de los yacimientos minerales del expolio indiscriminado y utiliza sus recursos para lograr la conservación de yacimientos históricos o mineralógicamente interesantes.

La consecución de tales fines se lleva a cabo mediante:

1. Organización de reuniones destinadas a la exposición y difusión sobre yacimientos españoles y sus especies minerales, así como otros temas que demanden los aficionados.
2. Publicación de un boletín periódico que reúne las actividades divulgativas de los asociados referidas a yacimientos y minerales españoles, coleccionismo y otras actividades afines. El boletín, llamado *Azogue*, se editó entre 1990 y 1996 con una periodicidad trimestral, aunque discontinua. Desde 1994 hasta 2009, el GMM editó la revista *Bocamina*, que llegó a ser la más importante de ámbito nacional de la mineralogía española.
3. Organización de excursiones mineralógicas a yacimientos minerales.

Asociación de Museos, Grupos y Colecciones de Mineralogía y Paleontología (AMYP)

Es una asociación sin ánimo de lucro que agrupa a entidades y particulares (fundaciones, museos, universidades, colegios, grupos, etc.) que dispongan de colecciones o que se dediquen a la difusión de la mineralogía y la paleontología. Pretende dar a conocer al público en general, y particularmente a los responsables de la formación de los jóvenes, la existencia del rico patrimonio mineralógico y paleontológico español, así como ponerlos en contacto con los museos y grupos que se dedican a su descubrimiento y conservación.

Organiza reuniones anuales de sus socios desde el año de su fundación (1991) con el fin de: promover el conocimiento y divulgación de la mineralogía y la paleontología en la sociedad, contribuir a la mejora de la didáctica de estas ciencias, facilitar la exposición y,

en su caso, donación de colecciones privadas para beneficio público, colaborar con administraciones y empresas en la protección y conservación de yacimientos, o proponer criterios deontológicos de obtención, exposición y venta de muestras para tiendas, ferias y bolsas. Todo ello con el ánimo de proteger nuestro patrimonio natural.

AMYP publica una revista digital, llamada *Baritel*, en la que pueden encontrarse, entre otras cosas, artículos, dossiers de prensa, noticias sobre congresos, reuniones y ferias, referencia a publicaciones, legislación relativa a su ámbito de interés.

Asociación Mineralógica Aragonesa (AMA)

La AMA es una agrupación que busca el desarrollo, divulgación, estudio e investigación de la mineralogía en todas sus facetas, y particularmente la mineralogía descriptiva y el fomento del coleccionismo y conservación de ejemplares mineralógicos tanto a nivel público como privado.

Fue fundada en febrero de 1993 y quedó inscrita como asociación sin ánimo de lucro. Su objetivo principal es el impulso de la afición por la mineralogía de Aragón y de España en general, dando a conocer no sólo la riqueza minera de esta Comunidad, sino también de otros aspectos culturales de la región.

Sociedad Navarra de Mineralogía, Gemología y Paleontología

Fundada en 1994, tiene como objetivo la investigación y divulgación mineralógica, así como la recopilación y estructuración museística. Entre las actividades que realiza están: cursos, conferencias, exposiciones, publicaciones, excursiones, intercambios, etc. Colabora frecuentemente con la Universidad de Barcelona y con varios museos, además de otras asociaciones.

Grupo Mineralógico Granadino Mulhacén (GMGM)

Nace en Granada en mayo de 1995, sin ánimo de lucro, con la idea de fomentar y difundir los estudios, artículos, notas sobre coleccionismo, etc., que en materia de mineralogía se realicen por los miembros del Grupo u otras personas interesadas en participar en el mismo.

Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM)

La SEDPGYM fue fundada en 1995 por un grupo de personas e instituciones preocupadas por el patrimonio geológico y minero-metalúrgico. Su finalidad es promover, difundir y coordinar actividades encaminadas al estudio, inventario, protección, conservación y restauración del patrimonio geológico y minero-metalúrgico. Para la consecución de tales fines llevan a cabo: la organización de reuniones científicas a nivel nacional e internacional, la publicación periódica de las actividades divulgativas de los asociados, la

organización de visitas a museos, minas, instalaciones, yacimientos y otros puntos de interés patrimonial españoles y extranjeros, la realización de cualquier actividad científica, cultural o social encaminada a la conservación del patrimonio geológico y minero-metalúrgico y la colaboración en todos estos temas con otras sociedades y entidades nacionales y extranjeras. La Sociedad edita desde 2003 la revista *Re Metallica*, de la que se han publicado 28 números hasta la actualidad.

Grupo Coleccionista Minero Investigador (GRUCOMI)

Este Grupo es una iniciativa que surge de un colectivo de apasionados de la minería y aficionados al coleccionismo de minerales que, en diciembre de 1996, organizan una exposición en Sama de Langreo como homenaje al Pozo Fondón de Hunosa, entonces reconvertido en archivo histórico documental. Desde entonces realizan actividades relacionadas con el coleccionismo de monedas, billetes, fotos, libros, planos, acciones, calendarios, pegatinas, lámparas, fósiles, minerales y otros objetos relacionados con la minería.

Sociedad Mineralógica Gallega (SMG)

La SMG se fundó en mayo de 1997 como una sociedad sin ánimo de lucro, surgida bajo la protección y amparo del Área de Prospección e Investigación Minera de la ETSI de Minas de la Universidad de Vigo. La finalidad de la SMG es la de promover, difundir y coordinar actividades de interés para la formación de mineralogistas aficionados, así como la de fomentar el coleccionismo, sirviendo como centro de información y difusión entre los interesados. Por otro lado, tiene como objetivo la protección de yacimientos minerales, empleando todos sus recursos para lograr la conservación de yacimientos históricos o mineralógicamente interesantes, así como la conservación del patrimonio industrial y minero.

Asociación Mineralógica Paleontológica San Vicente del Raspeig (AMPSVR)

Asociación cultural fundada en septiembre de 2002 cuyo fin principal es promover, divulgar y preservar el patrimonio geológico, paleontológico y minero de España, fomentando así la pasión por los fósiles, minerales y la geología en general. Desde el año 2006, la AMPSVR edita la revista *Paleomina*, con una periodicidad anual, aunque discontinua.

Grupo Mineralogista Onubense Faja Pirítica

Este grupo se constituyó en año 2002, con el fin de aglutinar a todos los intereses de la zona sur en la minería, la mineralogía y la defensa del patrimonio minero.

Sociedad Valenciana de Mineralogía

Fundada en 2007, agrupa a entidades y particulares interesados en la divulgación de la mineralogía, siendo un lugar de encuentro donde estar en contacto con otras entidades y personas interesadas en la mineralogía y con las que poder intercambiar experiencias, ideas y proyectos.

Los fines de la sociedad son: promover el conocimiento y divulgación de la mineralogía de la Comunidad Valenciana, contribuir a la mejora de la didáctica de esta ciencia; facilitar la exposición y, en su caso, donación de colecciones privadas para beneficio público, colaborar con administraciones y empresas en la protección y conservación de los yacimientos minerales, proponer criterios deontológicos de obtención, exposición y comercialización de muestras para tiendas, ferias y bolsas, fomentar el descubrimiento de yacimientos y especies en la Comunidad Valenciana, impulsar la organización de actos culturales que contribuyan a la divulgación de la mineralogía valenciana, mantener contacto permanente con otras entidades o personas dedicadas a los minerales, recibir asesoría, si se precisa, sobre criterios expositivos, publicaciones, yacimientos, métodos didácticos, etc., ayudar dentro de las posibilidades de la sociedad, para la identificación de especies de la Comunidad Valenciana y publicar una revista propia que recoge las experiencias y actividades de la asociación.

Grupo mineralogista de Alicante (GMA)

El GMA surge en junio de 2008 a partir de la iniciativa de un grupo de amigos aficionados a la mineralogía. Entre las funciones principales del Grupo están las de servir como punto de encuentro entre aficionados para intercambiar minerales y rocas, ayudar a los que se inician en esta afición, colaborar con colegios e instituciones organizando exposiciones didácticas y, sobre todo, realizar salidas de campo para la observación y recolección de ejemplares minerales. Todo ello con la intención de divulgar y fomentar la atracción por el mundo de las ciencias de la tierra, y especialmente por la mineralogía. Según sus estatutos, las actividades del grupo se realizan principalmente en el ámbito territorial de la provincia de Alicante, pudiendo hacerse extensivas, al resto de la Comunidad Valenciana e incluso del territorio español.

III.4. Eventos y reuniones de aficionados al coleccionismo de minerales

Los coleccionistas de minerales organizan y asisten a numerosas ferias y mesas de exposición, venta e intercambio de minerales (Tabla 8). En estas reuniones, consiguen gran parte de los ejemplares que posteriormente irán engrosando las colecciones.

Los museos y otras instituciones públicas también participan en estos eventos, tanto con la organización (p.e. las Ferias de las Escuelas de Minas de Oviedo y Madrid), como con su presencia para la búsqueda de ejemplares de alto interés.

De la Tabla 8 se desprende que estos eventos se pueden clasificar en dos tipos, en función de la existencia o no de actividad comercial. Las ferias y bolsas de minerales suelen ser puntos de venta y exposición, mientras que las mesas de intercambio son reuniones sin ánimo de lucro realizadas entre coleccionistas y aficionados. En algunos casos, se trata de eventos mixtos, donde por un lado los comerciantes profesionales venden sus productos (minerales, fósiles, rocas, etc.) y por otro los coleccionistas intercambian ejemplares y conocimiento.

Además de estas reuniones periódicas, normalmente anuales, existen otros puntos de venta de minerales donde se pueden adquirir ejemplares: los comercios especializados y los mercadillos, rastros y rastrillos, tan en boga en la actualidad y que suelen tener algún puesto de venta de materiales geológicos (fósiles, minerales, piedras preciosas y otros).

La venta de minerales es una actividad regulada en el impuesto de actividades económicas, por lo que los vendedores profesionales realizan una actividad legal al amparo de la legislación vigente. Incluso muchos están asociados en la APN (Asociación de Profesionales Naturalistas). Esta asociación surgió en Barcelona en 1986, impulsada por un pequeño grupo de comerciantes, conscientes de la necesidad de contar con un órgano de coordinación, representación, gestión, fomento y defensa de los intereses comunes de los profesionales que comercializan objetos relacionados con el coleccionismo de los mismos.

La APN tiene un marcado carácter cultural y divulgativo, siendo una de sus actividades principales la promoción de certámenes. Además, coopera con otras entidades en la difusión de las ciencias naturales y el conocimiento del medio ambiente en nuestro país, como por ejemplo con la Asociación de Museos, Grupos y Colecciones de Mineralogía y Paleontología (AMYP), de la que es miembro, con el Grupo Mineralogista de Madrid o con el Grup Mineralògic Català.

Sin embargo, en la mayor parte de estas ferias o certámenes relacionados con el coleccionismo de minerales, no se exige a los vendedores estar dado de alta en el impuesto de actividades económicas, por lo que se produce un comercio ilegal amparado en el pago a los organizadores de unas cuotas en función del espacio necesario para la exposición.

Fecha	Evento	Edición
De Enero a Octubre	Mesa de Intercambio de Sevilla	IX-2017
Febrero	Feria de Minerales de Tucson, Arizona (EE.UU.)	LXIII-2017
Febrero	Feria de Minerales y Mesa de Intercambios de Castellón	XXX-2017
Marzo	Certamen de Minerales, Gemas y Fósiles de Oviedo	XXVIII-2017
Marzo	Feria de Minerales e la Escuela de Minas de Madrid (Expominerales)	XXXVII-2017
De Marzo a Junio	Mesa de Minerales Monteluz (Granada)	XX-2017
Marzo	Feria Internacional de Minerales y Fósiles de Barcelona-Sants (Mineralexpó)	Desde 1982
Semana Santa	Feria de Minerales y Fósiles de La Unión (Murcia)	XXI-2017
Abril	Mesa de Intercambios de Minerales de Extremadura, Santa Marta (Badajoz)	VII-2017
Mayo	Mesa Mineralógica Ciudad de Córdoba	VII-2017
Mayo	Bolsa Internacional de Minerales, Fósiles y Naturaleza de Sant Celoni (Barcelona-Mineralexpó)	XXXIX-2017
Mayo	Feria de Minerales y Fósiles de Donostia	IX-2017
Mayo	Feria de Minerales de Peñarroya-Pueblonuevo (Córdoba)	XII-2017
Mayo	Feria de Minerales de Verona (Italia)	LV-2017
Mayo	Exposición-Bolsa Internacional de Minerales, Fósiles y Gemas (Sevilla)	XXX-2017
Mayo	Feria y Mesa de Intercambio de Minerales y Fósiles de Monza (Italia)	LII-2017
Mayo	Feria Internacional de Minerales de Freiberg (Alemania)	LXVIII-2017
Mayo y Diciembre	Bolsa Internacional de Minerales y Fósiles de Madrid Actualmente Natura, Hotel Convención	Desde 1979
Junio	Feria de Minerales y Mesa de Intercambios de Pedrezuela (Madrid)	VI-2016
Junio	Taula d'intercanvi de Minerals de Canyelles (Barcelona)	VII-2016
Junio	Exposición Internacional de Minerales y Gemas de Santa M ^a de las Minas (Francia)	LIII-2016
Agosto	Feria de Gemas, Minerales, Fósiles, Insectos y Conchas de Santa Pola (Alicante)	XLIII-2016
Agosto	Feria y Mesa de intercambios de Minerales y Fósiles de Sant Vincent (Italia)	XXXVII-2016

Agosto	Bolsa Internacional de Minerales de Chamonix (Francia)	XLIX-2016
Septiembre	Feria de Minerales y Fósiles de San Vicente del Raspeig (Alicante)	XIII-2016
Septiembre	Feria de Minerales, Fósiles y Malacología de Alcoy (Alicante)	IX-2016
Septiembre	Mesa de Intercambios Cumpleaños Tuplaneta (Madrid)	VIII hasta 2015
Septiembre	Mesa de Intercambio Villa de Bembibre (León)	VII-2016
Septiembre	Feria Internacional de Piedras Preciosas. Minas Gerais (Brasil)	XXVIII-2016
Septiembre	Feria de minerales y Gemas de Denver (EE.UU.)	XLIX-2016
Octubre	Certamen de Minerales, Fósiles y Gemas de Vigo (Minervigo)	XIX-2016
Octubre	Feria de Minerales, Gemas, Joyería y Fósiles de Munich (Alemania)	LIII-2016
Octubre	Bolsa-Exposición de Minerales y Fósiles de Bilbao (Fosminer)	XXXIX-2016
Octubre	Feria del Mineral y la Piedra de La Palma del Cervelló (Barcelona)	XI-2016
Octubre	Mesa de Intercambio de Minerales de Girona	VIII-2016
Noviembre	Salón de Minerales, Fósiles y Gemas de Urretxu (Guipúzcoa)	XXVIII-2016
Noviembre	Feria de Minerales, Fósiles y Gemas de Valencia (Minerval)	XXX-2016
Noviembre	Feria de Minerales, Fósiles y Gemas de Zaragoza (Intermineral)	XXI-2016
Noviembre	Feria de Santa Bárbara de Linares (Jaén)	VI-2016
Noviembre	Salón Internacional de Minerales, Fósiles y Joyería (Expominer-Barcelona)	XXXVIII-2016
Noviembre	Feria Internacional de Minerales de Coimbra (Portugal)	XXII-2016
Diciembre	Feria Internacional de Minerales, Gemas y Fósiles de Lisboa (Portugal)	XXX-2016
Diciembre	Feria de Minerales de Alicante	VIII-2016
Diciembre	Muestra de Minerales, Fósiles y Conchas de Roma (Italia)	XXXVIII-2016
Diciembre	Salón Internacional de Minerales, Fósiles y Piedras Preciosas de París (Francia)	XLV-2016
Diciembre	Feria de Minerales y Fósiles de Hamburgo (Alemania)	XXXIX-2016

Tabla 8. Eventos relacionados con el coleccionismo de minerales en España y principales ejemplos del ámbito internacional.

III.5. Aportaciones de los coleccionistas al conocimiento científico y a los museos

Los coleccionistas han efectuado interesantes aportaciones, tanto de carácter científico, como mediante donaciones a instituciones oficiales y museos. A continuación se relacionan una serie de insignes coleccionistas, señalando cuáles han sido sus aportaciones. No se ha pretendido hacer una recopilación exhaustiva que excediese los fines de este trabajo, pero sí que estuviese lo suficientemente documentada como para reflejar dichas aportaciones. Una buena parte de la información ha sido extraída de algunas de las páginas de mineralogía más importantes a escala mundial: Web Mineral, Mindat, la página web de la revista "Mineralogical Record", así como del foro de FMF, uno de los más visitados por los aficionados al coleccionismo de minerales, y en él se ha publicado una recopilación de datos biográficos de numerosos personajes de interés para la mineralogía (Zamora, 2010, referencia digital). En este apartado se incluye una relación de coleccionistas que han realizado aportaciones descubriendo nuevas especies minerales o donando y/o vendiendo sus colecciones a museos, universidades y otras instituciones de carácter técnico o científico. En algunos casos esto ha supuesto el núcleo alrededor del cual se han formado estas colecciones de interés.

Los personajes seleccionados, han sido divididos en dos grupos, según se trate de personas con una profesión relacionada con las Ciencias de la Tierra o de mineralogistas aficionados y han sido ordenados cronológicamente por fecha de nacimiento.

III.5.1. Aportaciones al conocimiento científico y a los museos por parte de coleccionistas con profesiones relacionadas con las Ciencias de la Tierra

Allan, Thomas (1777-1833)

Mineralogista y coleccionista de minerales escocés, cuya colección terminaría tras su muerte en el Natural History Museum de Londres.

Zippe, Franz Xavier Maximillian (1791-1863)

Geólogo y mineralogista checo, coleccionista de minerales que donó su colección de 2.500 ejemplares al Museo Patriótico de Praga.

Levi, Abelardo Armand (1794-1841)

Médico, matemático y mineralogista francés y coleccionista de minerales que descubrió ocho nuevas especies. Parte de sus colecciones terminaron, a finales del siglo XX, en el London Museum of Practical Geology y en el British Museum of Natural Sciences.

Adam, Gilbert Joseph (1795-1881)

Mineralogía y mineralogista estadounidense, que enriqueció la colección del Museo de Massachusetts con gran número de ejemplares.

Smith, Lorenzo (1798-1883)

Químico y mineralogista estadounidense, que enriqueció la colección del Museo de Massachusetts con gran número de ejemplares.

Spada de Medici, Lavino (1801-1863)

Escritor, poeta, naturalista y mineralogista italiano, coleccionista y recolector de minerales. Su colección de 12.228 ejemplares, constituye el núcleo central del Museo de Mineralogía de la Universidad de Roma.

Kobell, Wolfgang Xavier (1803-1882)

Mineralogista alemán y coleccionista de minerales, que descubrió 9 nuevas especies minerales, entre las que destaca la que lleva su nombre, la “kovellita” (Fleischer, 1969).

Scacchi, Arcangelo (1810-1893)

Mineralogista y cristalógrafo italiano, coleccionista y recolector de minerales. Descubrió 22 especies minerales entre las que se encuentran la “periclasa” (Palache *et al.*, 1944).

Smith, Juan Lawrence (1813-1883)

Químico estadounidense que reunió una importante colección de meteoritos que pasarían a la Universidad de Harvard.

Lindacker, Josef (1823-1891)

Químico, farmacéutico y mineralogista austriaco-checo y coleccionista de minerales. Realizó los primeros análisis para la descripción de una nueva especie, la “lindackerita” (Fleischer, 1957).

Heddle, Mathew (1828-1897)

Químico y mineralogista escocés, que formó una impresionante colección de minerales recogidos personalmente por él. Esta colección se encuentra actualmente en el Museo Nacional de Escocia, en Edimburgo.

Hauchecorn, Wilhelm (1828-1900)

Geólogo alemán, coleccionista de minerales, que donó toda su colección al Instituto Geológico Alemán.

Brush, Jorge Jarvis (1831-1912)

Mineralogista y coleccionista de minerales estadounidense que donó su colección a la Escuela Científica de Sheffield (Conklin, 1986).

Ward, Henry Augustus (1834-1906)

Geólogo estadounidense que reunió una excelente colección de meteoritos que actualmente se custodia en el Museo de Historia Natural de Chicago.

D'Achiardi, Antonio (1839-1902)

Mineralogista italiano que ocupó la cátedra de mineralogía y petrografía en la Universidad de Pisa. Coleccionista y recolector de minerales de la Toscana, fundó el Museo de la Universidad de Pisa en 1881.

Traverso, Giovanni Battista (1843-1914)

Mineralogista e ingeniero de minas italiano, coleccionista de minerales. Donó su colección al Museo Cívico de Génova.

Bayer, Karl Josef (1847-1904)

Químico y coleccionista austriaco que donó su colección para ser expuesta en Chicago.

Baldauf, Richard (1848-1931)

Ingeniero de minas alemán que gastó una fortuna en formar una gran colección de minerales. Visitó y estudió todos los grandes museos de mineralogía de Europa, aunque murió antes de la publicación de su estudio.

Brackerbusch, Ludwing (1849-1906)

Geólogo y mineralogista alemán que recolectó en distintos yacimientos miles de muestras para el Museo de Mineralogía de Córdoba (Argentina).

Petter, William Frederick (1849-1910)

Naturalista y geólogo australiano, coleccionista de minerales. Su colección fue cedida a la Royal Society of Tasmania, en préstamo por 999 años.

Canfield, Frederick A. (1849-1926)

Ingeniero de minas y coleccionista estadounidense, que donó toda su colección y una dotación de 50.000 \$ para su ampliación a la Smithsonian Institution.

Trechman, Carlos Otto (1851-1917)

Mineralogista y cristalógrafo inglés, coleccionista de minerales. Parte de su colección de 5.000 ejemplares fue legada al Museo Británico.

Hidden, William Earl (1853-1918)

Geólogo y mineralogista estadounidense, Hidden fue uno de los coleccionistas más importantes de la segunda mitad del siglo XIX. En 1881 encontró los primeros ejemplares de "hiddenita" (Kunz, 1907), bautizada en su honor. Acumuló una de las colecciones de mayor importancia de EE.UU., que terminaría en el Museo de Historia Natural de Nueva York.

Wada, Tsunashiro (1856-1920)

Geólogo y mineralogista japonés, coleccionista de minerales. Donó su colección personal a la Mitsubishi Corporation y posteriormente pasaría al Ikuno Mineral Museum.

Kunz, George Frederick (1856-1932)

Mineralogista estadounidense y coleccionista de minerales, que reunió más de 4.000 ejemplares. Esa colección fue vendida simbólicamente por 400 \$ a la Universidad de Minnesota.

Seaman, Arthur (1858-1937)

Geólogo, mineralogista y coleccionista de minerales estadounidense. Su colección fue donada al museo que lleva su nombre, el A.E. Seaman Mineralogical Museum.

Bazzi, Alejandro Eugenio (1862-1929)

Ingeniero de minas italiano, coleccionista y ávido recolector de minerales. Su colección de miles de ejemplares fue adquirida en 1937 por la Universidad de Milán, donde permanece. Fue el iniciador del Instituto Geo-Mineralógico Italiano (IGMI), dedicado a la adquisición, comercialización y venta de minerales que abastecieron de muestras de alta calidad a escuelas, universidades, museos y colecciones privadas.

Vaux, George (1863-1927)

Abogado, geólogo y fotógrafo estadounidense, coleccionista de minerales. Su colección de 10.000 ejemplares pasó al Bryn Mawr College.

Bohdanovicz, Karol (1864-1947)

Geólogo y coleccionista de minerales letón, que llegaría a ser director del Servicio Geológico Polaco.

Cahn, Lazard (1865-1940)

Mineralogista y coleccionista de minerales estadounidense. Parte de su colección de más de 4.000 pequeños ejemplares (micromounts) fue donada a la Universidad de Yale. Otros 2.400 ejemplares terminaron en la Universidad de Northwestern.

Ferrier, Walter Frederick (1865-1950)

Geólogo e ingeniero de minas canadiense y notable coleccionista de minerales. Impulsor de las colecciones de minerales de los museos Smithsonian de Washington, Real de Ontario, en Toronto y el Redpath de Mc Gillen, en Montreal. Descubrió la “ferrierita” (Gramlich-Meier *et al.*, 1985), que lleva su nombre.

Holden, Albert Fairchild (1866-1913)

Ingeniero de minas y coleccionista de minerales estadounidense, que donó su espléndida colección al Museo Mineralógico de Harvard en 1911.

Wakabayashi, Yaichiro (1874-1943)

Mineralogista e ingeniero de minas japonés, coleccionista y recolector de minerales. Donó su notable colección al Instituto de Mineralogía perteneciente en la actualidad al Museo de la Universidad de Tokio.

Buttgenbach, Henri Jean François (1874-1964)

Geólogo y mineralogista belga que donó buena parte de sus colecciones a centros educativos belgas.

Drugman, Julien (1875-1950)

Químico belga, coleccionista y recolector de minerales. Descubrió una nueva especie, la “legrandita” (Drugman y Hey, 1932). Donó su colección de más de 4.000 ejemplares a la Royal Belgian Institute of Natural Sciences.

Ashcroft, Frederick Noel (1878-1949)

Químico inglés que formó una gran colección de casi 7.000 ejemplares suizos.

Rusell, Arthur Edward (1878-1964)

Mineralogista y coleccionista inglés que llegó a reunir una colección de 12.000 ejemplares. Actualmente su colección se custodia en el Museo de Historia Natural de Londres. Descubrió y dio nombre a la “rashleighita” (Palache *et al.*, 1951).

Ungemach, Henri (1880-1936)

Cristalógrafo francés, coleccionista de minerales que propuso dos nuevas especies minerales, la “amarillita” (Ungemach, 1936) y la “paracoquimbita” (Robinson y Fang, 1971).

Vonsen, Magnus (1880-1954)

Mineralogista y coleccionista de minerales estadounidense. Formó una colección de 3.500 ejemplares que pasó a la Academia de Ciencias de California. Descubrió la “vonsenita” (Swinnea y Steinfink, 1983) y la “teepleíta” (Gale *et al.*, 1939).

Woodhouse, Charles Douglas (1888-1975)

Mineralogista estadounidense, coleccionista de minerales. Donó su colección de 10.000 ejemplares al Departamento de Ciencias Geológicas de Santa Bárbara.

Murdoch, Josep (1890-1973)

Geólogo y mineralogista estadounidense. Coleccionista de minerales que llegó a formar una importante colección de minerales de California. Estudió y dio a conocer 4 nuevas especies:

la “reinerita” en 1916 (Geier y Weber, 1959), “haiweeíta” y “metahaiweiíta”, en 1959 (McBurney y Murdoch, 1959) y “wightmanita”, en 1962 (Murdoch, 1962).

Folch Girona, Joaquín (1892-1984)

Ingeniero catalán, coleccionista y recolector de minerales. Logró reunir una colección de alrededor de 13.500 ejemplares, formando la que con toda seguridad es la colección privada más importante de España (Mir Amorós, 1987). A su muerte, sus herederos conservaron esta extraordinaria colección que puede ser visitada con permiso de la familia Folch.

Aminoff, Gregori (1893-1947)

Mineralogista sueco, recolector de minerales, que descubrió la “aminoffita” (Hurlbut, 1938).

Gordon, Samuel George (1897-1953)

Geólogo y mineralogista estadounidense, que recolectó ejemplares de todo el mundo para la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Participó en las primeras descripciones de nueve especies minerales, entre las que figuran la “vauxita” y “paravauxita” (Gordon, 1922).

Bjareby, Alfred Gunnar (1899-1967)

Mineralogista, coleccionista y recolector de minerales sueco. Buena parte de su cuidada colección terminaría en la Universidad de Chicago.

Bandy, Mark Chance (1900-1963)

Mineralogista e ingeniero de minas estadounidense, reconocido recolector de minerales, que encontró en Chile las primeras muestras de “bandylita” (Palache y Foshag, 1938). La mayor parte de su colección terminaría en el Museo de Historia Natural de Los Ángeles.

Frohberg, Max Hans (1901-1970)

Geólogo e ingeniero de minas alemán que pasó la mayor parte de su vida en Canadá, donde consiguió reunir la colección privada más importante del país. Actualmente se custodia en el Museo Real de Ontario. Aportó los ejemplares para el descubrimiento de dos nuevas especies, de las cuales la “frohbergita” (Thomson, 1947) lleva su nombre, siendo el otro mineral la “montbrayita” (Peacock y Thomson, 1946).

Mawby, Maurice Alan (1904-1977)

Geólogo e ingeniero de minas australiano. Coleccionó minerales “raros” formando una colección que actualmente se encuentran en el Museo Nacional de Victoria.

Seel, Paul (1904-1982)

Ingeniero de minas alemán, coleccionista y recolector de minerales. Una buena parte de su enorme colección de micros fue donada al Museo de Ciencias Naturales de Denver y algunos ejemplares al Wagner Free Institute of Science de Filadelfia.

Goudey, Hatfield (1906-1985)

Geólogo estadounidense, reconocido coleccionista, recolector y distribuidor de minerales. Vendió su colección a la Universidad de California y posteriormente fue adquirida por el Museo de Historia Natural de Los Ángeles.

Meixner, Heinrich Herman (1908-1981)

Mineralogista austriaco y profesor de la Universidad de Salzburgo. Organizaba excursiones de campo para la recolección de minerales, convocando a personajes de gran notoriedad como Paul Niggli, Paul Ramdohr, Hans Schneiderhöhn y Helmut Winkler.

Faust, George (1908-1985)

Licenciado en geología y química, este estadounidense fue un ferviente coleccionista de minerales. Descubrió la “huntita” (Faust, 1953), “pecoraíta” (Faust *et al.*, 1969) y “schoenfliesita” (Faust y Schaller, 1971).

Knorring, Oleg Von (1915-1994)

Químico y mineralogista ruso que describió, junto a otros coautores, 12 nuevas especies minerales. Coleccionista de minerales, su colección pasaría a la Universidad de Helsinki.

Baum, John L. (1916-2011)

Geólogo y coleccionista de minerales estadounidense, que donó su extensa e importante colección al Museo Franklin de minerales. Descubrió la “johnbaumita” que lleva su nombre (Dunn *et al.*, 1980a).

Gaines, Richard (1917-1999)

Mineralogista estadounidense, coleccionista y afamado recolector de minerales de New Jersey, Paterson y de las pegmatitas de New England. Entre 1965 y 1979 describió y publicó el descubrimiento de 7 especies minerales, entre las que se encuentra la “moctezumita” (Gaines, 1965).

Kidwell, Albert (1919-2008)

Geólogo, coleccionista y recolector de minerales estadounidense, cuya gran pasión fue la recuperación de minerales de las montañas de Ovacchita, en el oeste de Arkansas. Por su contribución al estudio de los minerales de esta zona, se nombró en su honor a la “kidwellita” (Moore e Ito, 1978).

Desautels, Paul E. (1920-1991)

Químico y coleccionista de minerales estadounidense, que trabajó como conservador de minerales y gemas durante 25 años en el Museo Nacional de Historia Natural de EE.UU. Fue el responsable de la adquisición en 1970 de la colección de otro coleccionista, Carl Bosch, una de las mejores de EE.UU. con 25.000 ejemplares.

Macpherson, Harry Gordon (1925-2001)

Mineralogista escocés, ávido recolector de minerales en los yacimientos. Dedicó gran parte de su carrera a la mejora del Museo Real de Escocia, en Edimburgo.

Mcguinness, Alberto Leo (1926-1990)

Mineralogista e ingeniero de minas estadounidense, distribuidor, coleccionista y recolector de minerales. Encontró y analizó los primeros ejemplares de “mcguinnessita” (Erd *et al.*, 1981).

Romero Sánchez, Miguel (1926-1997)

Químico y mineralogista mejicano, llegó a reunir una colección de más de 10.000 ejemplares, de los que alrededor de 1.200 fueron cedidos para la formación del museo que lleva su nombre, Museo Mineralógico Romero, en Tehuacán. Otra parte de su colección fue vendida y 5.500 ejemplares fueron a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dietrich, Jacques Emile (1926-2009)

Geólogo francés, coleccionista de minerales, que descubrió la especie que lleva su nombre, la “jaquesdietrichita” (Kampf y Favreau, 2004).

Garavelli, Carlo Lorenzo (1929-1998)

Mineralogista italiano, coleccionista compulsivo de minerales y recolector asiduo de los yacimientos de la Isla de Elba. Descubrió 4 especies minerales, entre las que está la “minerecordita” (Garabelli *et al.*, 1982), cuyo nombre está dedicado a su revista de minerales favorita, “The Mineralogical Record”. A su muerte, su colección pasaría a constituir un museo local.

Cureton, Michael (1932-)

Ingeniero civil estadounidense, coleccionista y recolector de minerales. Logró reunir una colección de unos 6.500 ejemplares con 2.800 especies distintas, que fue donada en gran parte a la Universidad de Harvard. El resto de su colección sería vendida a Michael Scott que posteriormente la donaría a la Universidad de Arizona. Es coautor de la descripción de 3 nuevas especies y descubrió la “curetonita” (Williams, 1979), bautizada en su honor y en de su hijo Michael.

Allori, Roberto (1933-)

Mineralogista y coleccionista italiano que descubrió un nuevo mineral que lleva su nombre, la “alloriíta” (Chucanov *et al.*, 2007).

Bideaux, Richard August (1935-2004). Mineralogista, coleccionista y recolector de minerales estadounidense. Donó una importante colección a la Mineralogical Record Library.

Graeme, Richard (1941-)

Geólogo e ingeniero de minas estadounidense y coleccionista de minerales. Encontró los primeros ejemplares del mineral que lleva su nombre, la “graemita” (Williams y Matter III, 1975).

González del Tánago del Río, José (1941-)

Geólogo, profesor del Departamento de Petrología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y reconocido coleccionista de minerales. Descubrió junto a otros investigadores del mismo departamento, un nuevo mineral que fue bautizado con el nombre de “calderonita” (González del Tánago *et al.*, 2003), en honor del insigne mineralogista español de principios del siglo XX, Salvador Calderón.

Shannon, David Michael (1942-2004)

Químico y coleccionista de minerales estadounidense. Precoz recolector de minerales, comenzó su colección a los 10 años. Encontró 4 especies nuevas para la Ciencia, una de las cuales lleva su nombre, la “shannonita” (Roberts *et al.*, 1995).

Kosnar, Richard Andrew (1946-2007)

Geólogo, mineralogista e ingeniero de caminos estadounidense, coleccionista y recolector de minerales. Aportó los ejemplares para la descripción de 3 especies, entre las que se encuentra la “whiteíta” (Moore e Ito, 1978).

Kampf, Anthony Robert (1948-)

Químico y mineralogista estadounidense, fue ferviente coleccionista de minerales hasta que fue nombrado conservador del Departamento de Mineralogía del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles en 1981. Bajo su dirección, la colección pasó de 17.000 ejemplares a más de 150.000, convirtiéndose en la mayor colección del oeste del Smithsonian y la mejor del mundo en cuanto a ejemplares de California.

Nikischer, Anthony J. (1949-)

Geólogo y mineralogista estadounidense, coleccionista y recolector de minerales. Posee una extensa colección de más de 12.000 ejemplares. Es director de los Friends of Mineralogy y presidente de la junta directiva del Instituto Hudson de Mineralogía; además es el editor de la revista “Mineral Noticias”, una publicación dedicada a la recolección de minerales.

Viñals i Oliá, Joan (1951-2013)

Químico y profesor de metalurgia en la Universidad de Barcelona, destacó en la caracterización de ejemplares españoles, empresa ésta que le llevó a participar en el equipo de describió 3 especies minerales nuevas: la “barahonaíta (Al)”, barahonaíta (Fe) y cobaltarthurita (Viñals *et al.*, 2008b).

Joan Abella i Creus (1968-)

Gemólogo por la Universidad de Barcelona y coleccionista de minerales desde los 11 años, ha estudiado durante décadas ejemplares procedentes de yacimientos catalanes, en especial de la Mina Eureka, en la Torre de Cabdella (Lleida), donde encontró los ejemplares que le darían su nombre a la abellaíta (Ibáñez-Insa *et al.*, 2016).

Putz, Hubert (1973-)

Geólogo y mineralogista austriaco, coleccionista de minerales. Ha reunido una colección de más de 5.000 ejemplares y ha descubierto 3 especies minerales, llevando la “putzita” su nombre (Paar *et al.*, 2004).

III.5.2. Aportaciones de los coleccionistas aficionados al conocimiento científico y a los museos

Zois, Siegmund von Edelstein (1747-1819)

Noble eslovaco coleccionista de minerales. Su colección, con alrededor de 5.000 ejemplares, se conserva en el Museo Nacional de Eslovenia (Faninger, 1984).

Ferguson, Robert (1767-1840)

Político y mineralogista escocés, que durante algún tiempo coleccionó minerales. Algunos de sus ejemplares pasaron a museos británicos, como una espectacular “lanarkita” que se exhibe en el Museo de Historia Natural de Londres (Wendell, 1994).

Struve, Christoph Gottfried Heinrich (1772-1851)

Diplomático ruso-alemán, coleccionista de minerales, cuya colección se conserva en el Museo Mineralógico Fersman de Moscú.

Bruce, Archibald (1777-1818)

Médico estadounidense y coleccionista de minerales cuya colección terminó expuesta en la Universidad de Médicos y Cirujanos de Nueva York (Wilson, 1994).

Heuland, John Henry (1778-1856)

Coleccionista alemán, fue uno de los distribuidores de minerales más importante del siglo XIX. Su colección llegó a contar con más de 7.000 ejemplares, y fue considerada la mejor de Europa en su época. Buena parte de ella terminaría en el Museo Británico (Cooper, 2006).

Ralston, J. Grier (1815-1880)

Doctor en derecho, coleccionista de minerales que descubrió la “ralstonita” (Pauly, 1965). Su colección personal fue vendida en 1917 al Wards Natural Science Establishment.

Stephan von Habsburg, Lothringen (1817-1867)

Archiduque austro-húngaro, coleccionista de minerales. Buena parte de su colección de 20.000 ejemplares, terminaría en el Museo de Historia Natural de Berlín (Götter *et al.*, 2003).

Jefferis, William W. (1820-1906)

Banquero estadounidense y coleccionista de minerales, que llegó a acumular más de 14.000 ejemplares en su colección. Ésta, sería adquirida por Andrew Carnegie, quien la donaría al Museo Carnegie de Historia Natural (Jefferis, 1999).

Hancock, Elwood (1835-1916)

Activo coleccionista de Nueva York, cuya colección terminaría en el Museo Mineralógico de la Universidad de Harvard en 1916.

Spang, Norman (1842-1922)

Industrial estadounidense y coleccionista de minerales que reunió una colección de más de 8.000 ejemplares. Donó parte de la misma al Museo Corregie de Historia Natural y proporcionó el primer espécimen de la “spangolita” (Fron del, 1949).

Bement, Clarence Sweet (1843-1923)

Uno de los mayores coleccionistas de América, llegó a formar una colección de 12.500 ejemplares. Fue adquirida por la JP Morgan que la expondría en el Museo Americano de Historia Natural.

Cappelen, Diderick (1856-1935)

Coleccionista de minerales noruego descubridor de la especie que lleva su nombre, la “cappelenita” (Shen, 1984).

Böhm, Julius (1857-1925)

Vendedor y coleccionista de minerales austriaco que reunió una extraordinaria colección de más de 100.000 ejemplares que sería adquirida, en parte, por el Museo Mineralógico de Harvard (Fitz, 1993)

Nininger, Harvey Harlow (1887-1986)

Mineralogista autodidacta estadounidense y uno de los coleccionistas más importantes de meteoritos de todos los tiempos. Una parte de su colección fue vendida al Museo Británico, mientras que el resto terminaría en la Universidad de Arizona. Según Fletcher Watson, más de la mitad de los descubrimientos de meteoritos se deben a Nininger. En 1965 dotó, junto a su mujer, el premio “Nininger Meteorite Award”, concedido anualmente por el Centro de Estudios de Meteoritos en la Universidad de Arizona.

Geer, Adam (1895-1973)

Coleccionista de minerales estadounidense que descubrió el mineral que lleva su nombre, la “geerita” (Fleischer y Cabri, 1981).

Kraissl, Frederick (1899-1986)

Mineralogista aficionado y coleccionista de minerales estadounidense. En 1975 donó su colección al Franklin Mineral Museum (Baum, 1987).

Closas Miralles, José (1900-1962)

Coleccionista de minerales catalán, que donó su colección al Museo Valentí Masachs de la Escuela de Minas de Manresa.

Behier, Jean (1903-1965)

Mineralogista francés aficionado y autodidacta, recolector de minerales que reunió una colección de más de 5.000 ejemplares. Reorganizó y aumento de forma notoria la colección del Servicio Geológico de Madagascar. Gracias a su trabajo de recolección en los yacimientos, se descubrió la “behierita”, que lleva su nombre (Fleischer, 1961).

Kingsbury, Arthur William (1906-1968)

Coleccionista y recolector de minerales, formó una importante colección que sería donada al Museo Británico (Embrey, 1973).

Kahn, Walter Richard (1911-2009)

Distribuidor, coleccionista y recolector de minerales alemán, llegó a formar una de las mejores colecciones de sistemática conocidas, con más de 12.000 ejemplares. Esta colección sería donada al Instituto de Mineralogía de la Universidad de Stuttgart (Mineralogical Record, referencia digital).

Nisson, William H. (1912-1965)

Mineralogista aficionado estadounidense que encontró el mineral que lleva su nombre, la “nissonita” (Fleischer, 1967).

Sakurai, Kinichi (1912-1993)

Industrial japonés y prominente mineralogista aficionado. Llegó a reunir 15.000 ejemplares con el 90% de las especies citadas en Japón. Descubrió y publicó en coautoría 6 especies nuevas, entre las que se encuentra el “rutenio nativo” (Fleischer y Mandarino, 1975).

Oyler, Edward H. (1915-)

Coleccionista de minerales estadounidense que descubrió la “edoylerita” (Jambor *et al.*, 1994).

Gerstmann, Edwald (1918-2005)

Coleccionista y distribuidor de minerales alemán que aportó los ejemplares para el descubrimiento de la “gerstmannita”, nombrada en su honor (Moore y Araki, 1977). Fundó el museo Gerstmann en Franklin y vendió una enorme colección de minerales al Franklin Mineral Museum, donde permanece en la actualidad.

Fogg, Forrest F. (1920-2000)

Coleccionista de minerales estadounidense, que proporcionó los primeros ejemplares para la descripción de la “foggita”, mineral que lleva su nombre (Moore *et al.*, 1975).

Walstrom, Robert E. (1920-)

Coleccionista y recolector de minerales, aportó los primeros ejemplares de la “walstromita” (Alfors *et al.*, 1965).

Matula, Margaret Mary (1925-)

Mineralogista aficionada, coleccionista y recolectora de minerales estadounidense. Encontró los primeros ejemplares del mineral que sería bautizado en su honor, la “matulaíta” (Fleischer *et al.*, 1980).

Gibbs, Gerald (1929-)

Coleccionista de minerales estadounidense descubridor de la “gibbsita” (Saalfeld y Wedde, 1974).

Kamphaug, Erling (1931-2000)

Coleccionista de minerales noruego, descubridor de la “kamphaugita” (Raade y Brastad, 1993).

Kastning, Jürgen (1932-)

Coleccionista amateur de minerales alemán, especialista en fosfatos, descubridor de la “kastningita” (Schlüter y Kasting, 1999)

Hauck, Richard Philip (1935-)

Coleccionista de minerales estadounidense que fundó el Sterling Hill Mine Museum. En su honor se dio nombre a la “hauckita” (Dunn *et al.*, 1980).

Brizzi, Giancarlo (1936-1992)

Coleccionista de minerales italiano y mineralogista aficionado. El mineral “brizzita” (Jambor *et al.*, 1995) fue nombrado en su honor en reconocimiento a su contribución a la mineralogía de la Toscana.

Barahona Ortiz, Antonio (1937-)

Coleccionista de minerales español que encontró los ejemplares que darían nombre a la “barahonaíta (Al), barahonaíta (Fe) y cobaltarthurita (Viñals *et al.*, 2008b).

Pagano, Renato (1938-)

Mineralogista aficionado, coleccionista y recolector de minerales italiano. Miembro del consejo editorial de la Revista Italiana Mineralógica, fue honrado, junto a su mujer, por los descubridores de la “paganoíta” (Roberts *et al.*, 2001), ya que según ellos “han contribuido significativamente al avance de la mineralogía en Europa durante más de 35 años”.

Schlegel, Fritz (1938-)

Coleccionista de minerales alemán que descubrió una nueva especie mineral que lleva su nombre, la “schelegelita” (Krause *et al.*, 2006).

Mendiola Santamaría, Casto (1939-2008)

Médico español, aficionado a la paleontología y coleccionista de minerales. Fundó la Sociedad Paleontológica de Elche y describió 11 especies fósiles (Zamora, 2010).

Peisley, Vicent (1941-)

Coleccionista de minerales austriaco, que encontró los primeros ejemplares del mineral que lleva su nombre, la “peisleyita” (Pilkington *et al.*, 1982).

Tschortner, Jochen (1941-)

Coleccionista de minerales alemán que descubrió la “tschortnerita” (Effenberger *et al.*, 1998).

Blatter, Fritz (1943-)

Conocido coleccionista de minerales alemán, que descubrió la nueva especie que lleva su nombre, la “blatterita” (Raade *et al.*, 1988).

Haineault, Guilles (1946-)

Coleccionista canadiense, recolector de minerales de la zona del Mont Sant Hilarie, donde ha llegado a encontrar 360 especies distintas.

Barstow, Richard William (1947-1982)

Recolector, coleccionista y distribuidor de minerales inglés, cuya excelente colección sería adquirida por el Museo de Plymouth (Mineralogical Record, referencia digital).

Cannon, Benjamin (1950-)

Coleccionista estadounidense que descubrió el mineral que lleva su nombre, la “cannonita” (Stanley *et al.*, 1992).

Rust, Steve (1952-).

Coleccionista inglés de minerales, descubridor de la “steverustita” (Cooper *et al.*, 2009).

Tsaregorodsev, Sergei (1953-1986)

Coleccionista de minerales ruso que descubrió la “tsaregorodtsevitita” (Sherriff *et al.*, 1997).

Belendorff, Klaus (1956-)

Coleccionista de minerales alemán que descubrió la “belendorffita” (Bernhardt y Schmetzer, 1992).

Jensen, Martín C. (1959-)

Coleccionista de minerales estadounidense, que encontró los ejemplares con los que sería descrita la especie que lleva su nombre, la “jensenita” (Roberts *et al.*, 1996).

III.6. Problemática asociada al coleccionismo de minerales

El coleccionismo de minerales, como actividad que genera ingresos y que incluye la recogida en el campo de ejemplares, lleva aparejada problemáticas de tres tipos:

- a) el expolio de yacimientos,
- b) la degradación antrópica de los lugares donde éstos se ubican y
- c) los peligros derivados del ejercicio de una actividad no regulada.

III.6.1. El expolio de yacimientos

En los círculos relacionados con el coleccionismo de minerales, periódicamente salta la noticia de que un yacimiento ha sido expoliado por recolectores de minerales. Sin embargo, en muchos casos, esta información no puede ser contrastada, por lo que a veces hay que tomarla con algunas reservas. En otras ocasiones, se atribuye el expolio a los comerciantes, quienes con el afán de conseguir la exclusividad de determinados ejemplares, hacen acopio de los mismos hasta agotar el yacimiento, afirmación ésta que también debe ser tomada con cautela. Pero lo que sí parece indiscutible es que el coleccionismo de minerales acarrea, en algunos casos, el expolio de los yacimientos.

Algunos de los ejemplos más conocidos de agotamiento de yacimientos españoles por parte de buscadores de minerales son: el yacimiento de cuarzos biterminados de La Cabaña, en Berbes (Asturias), donde durante décadas los coleccionistas franceses, alemanes y españoles han ido excavando el terreno hasta la práctica desaparición del afloramiento; el yacimiento de prehnitas de Caravaca-Cehegín (Murcia), del que se ha señalado que “...se encuentra prácticamente extinguido en la actualidad debido, sin duda, a la acaparación de ejemplares por los coleccionistas...” (Arana Castillo, 2007); otro ejemplo

ocurrido recientemente es el expolio del yacimiento de descloizitas de la mina Preguiça, en Sobral de Adiça (Portugal), donde según algunas opiniones, unos coleccionistas españoles esquilmaron el yacimiento (Foro FMF, 2007, referencia digital); pero el ejemplo más reprochable de expolio es el ocurrido en el yacimiento de yesos de neoformación de la mina San Timoteo, en Portman (Murcia), donde unos desaprensivos quemaron una rueda de camión en el interior de la galería en la que se formaban los yesos, con la única intención de que el humo procedente de la combustión del neumático arruinara estéticamente los ejemplares que quedaban sin ser extraídos (Figura 4), para así poder tener la exclusividad en la venta de ejemplares de yeso cristalizado (García García, 1996).



Figura 4. Cristales de yeso arruinados estéticamente por el humo en la mina San Timoteo (Murcia).

En todos los casos reseñados se trata de yacimientos que han aportado ejemplares de alto interés museístico-coleccionístico, por lo que el factor económico ha jugado un papel importante en su expolio. Es por tanto este interés económico de ciertos ejemplares, uno de los parámetros importantes a considerar a la hora de desarrollar medidas de gestión que permitan compatibilizar la protección del patrimonio natural, con la actividad recolectora de los aficionados al coleccionismo de minerales.

III.6.2. Degradación antrópica de los lugares donde se ubican yacimientos minerales

Otro de los problemas achacados a los coleccionistas y buscadores de minerales es la degradación paisajística del lugar donde se localizan los yacimientos. Los daños ocasionados se refieren en primer lugar a la realización de excavaciones y removilizaciones del terreno sin control alguno. Esta situación se agrava cuando el yacimiento se ubica en un lugar de alto valor natural, como puede ser cualquiera de los espacios o zonas protegidos mediante la legislación estatal, autonómica o local. Un ejemplo ilustrativo sería la degradación del skarn de Tresp (Lleida), en plena sierra de Sant Gervás, que está declarada “Espacio de Interés Natural” por la Generalitat de Catalunya. En este yacimiento aparecen epidotas y axinitas bien cristalizadas, que fueron profusamente recolectadas por coleccionistas y comerciantes de minerales a partir del año 2009. En poco más de un año, el paraje se encontraba altamente degradado, lo que llevó a la Generalitat a prohibir expresamente la recogida de ejemplares (Foro FMF, 2010b, referencia digital). En otros casos, las excavaciones de los recolectores de minerales ponen en peligro obras de infraestructura que se localizan en las proximidades del yacimiento: en A Franqueira (Pontevedra), en los años 80 del pasado siglo se encontraron berilos en su variedad “esmeralda” en el metasomatismo de contacto entre una pegmatita y una dunita. El criadero era una bolsa de varios metros cúbicos del que partían varios diques decimétricos, alguno de los cuales atravesaba la carretera local de As Neves (Foro FMF, 2008a, referencia digital). Los trabajos de extracción de las esmeraldas pusieron en peligro el firme de la carretera, ya que se llegó a hacer una especie de túnel por debajo de la misma, con el consiguiente peligro de hundimiento. Otro ejemplo de daños a infraestructuras públicas es el cometido en el trasvase Tajo-Segura, a su paso por la localidad alicantina de Arneva. A pocos metros del trasvase se localiza un yacimiento de celestinas de alto valor estético y por tanto económico, cuya difusión en el ámbito del coleccionismo hizo que un gran número de buscadores llegaran a la zona para extraer ejemplares. El acopio de material procedente de la búsqueda acarreó problemas a las instalaciones del trasvase, ya que los restos de las excavaciones caían al mismo y las barandillas de acceso se fueron poco a poco destruyendo. El acceso a la zona, que es propiedad de la Confederación Hidrográfica del Segura, fue cortado y se hizo necesario contratar vigilancia para impedir la llegada al lugar de los buscadores de minerales (MTI Blog, 2011a, referencia digital).

Por otra parte, los yacimientos de interés para el coleccionismo suelen ser visitados por numerosas personas, entre los que con frecuencia hay quien no respeta las normas mínimas de civismo, arrojando basura y otros restos derivados de su actividad recolectora: papeles, envases y latas, botellas, pilas usadas, etc., contribuyendo a la degradación del

paisaje. Un ejemplo sería el yacimiento de baritas de la mina Beltraneja, Bacares (Almería), cuya localización fue difundida en Internet en el año 2009 y que en pocos meses presentaba sus galerías repletas de basura (Foro FMF, 2009, referencia digital). Asimismo, las galerías del yacimiento de jarositas de las minas del Arteal, en Cuevas del Almanzora (Almería), muestran numerosos restos de basura que con toda seguridad han depositado los coleccionistas, (Foro FMF, 2008b, referencia digital).

Al igual que ocurre con el expolio, parece que la degradación ambiental de estos lugares va asociada a la presencia de minerales de interés museístico-coleccionístico, por lo que el factor económico vuelve a ser determinante y debe ser tenido en cuenta a la hora de gestionar la actividad recolectora en los yacimientos.

III.6.3. Peligros derivados de la recolección de minerales en yacimientos

En primer lugar es importante señalar que no existe regulación específica que recoja la problemática relativa a la peligrosidad de la actividad recolectora de minerales en el campo. Tampoco existe en España un código de buenas prácticas para los recolectores, que podría suplir en parte esta regulación que se antoja más lejana en el tiempo. Tan sólo las asociaciones o grupos mineralogistas, suelen informar sobre los peligros existentes en los lugares donde realizan visitas de recolección de minerales y cuentan con un seguro obligatorio de accidentes.

La mayor parte de los peligros asociados a esta actividad están conectados con accidentes ocurridos en explotaciones mineras. Así, a finales de 2001 un coleccionista tuvo que ser rescatado en helicóptero por los bomberos de la Comunidad Valenciana, cuando se encontraba extrayendo ejemplares cristalizados de clinozoisita en una berma de la explotación de ofitas a cielo abierto del Cabezo Negro, en Albatera (Alicante), debido a un ataque de pánico que le impedía salir por su propio pie de la zona donde se encontraba (Foro Tu Planeta, 2009a, referencia digital). En junio de 2005, un coleccionista francés murió al caer al vacío en una mina abandonada en Berbes (Asturias), cuando estaba recolectando ejemplares cristalizados de fluorita (La Voz de Asturias, 2005, referencia digital). En octubre de 2008, un joven de 24 años murió sepultado por escombros en una galería de una antigua mina en el “Cerro del Toril”, de Villaviciosa de Córdoba (Córdoba), cuando se encontraba recolectando cristales de cuarzo ahumado y amatista (El País, 2008, referencia digital).

De nuevo parece que los accidentes más importantes han ocurrido en yacimientos con minerales de alto interés para el coleccionismo y todo parece indicar que las explotaciones mineras, principalmente las abandonadas, ocupan el primer lugar en lo que a

peligrosidad se refiere. No en vano, estas minas carecen de un mantenimiento una vez que se abandona la explotación.

III.7. Los minerales y el coleccionismo: situación en España y contexto internacional.

Como se ha mencionado, en España existen numerosos grupos o asociaciones de mineralogistas aficionados que realizan excursiones con el fin del reconocimiento de yacimientos minerales in situ y la recogida de ejemplares. Estos grupos, suelen fundarse al amparo de unos estatutos que recogen medidas de seguridad para las visitas a los yacimientos, recomendaciones de civismo y respeto al medio ambiente y al patrimonio geológico-minero, así como a los bienes y propiedades que visitan. Además, por norma general, cuentan con seguros de responsabilidad civil y/o accidente.

Se mencionan a continuación una serie de ejemplos de cómo son las circunstancias en otros países de nuestro entorno en relación con los minerales y sus yacimientos.

- En Portugal, sólo existen restricciones a la extracción de ejemplares en áreas protegidas, donde se considera falta leve la recogida, explotación y transporte de muestras de recursos geológicos sin autorización, incluyendo minerales, rocas y fósiles.

- En Italia, destaca la existencia de numerosos grupos mineralogistas que realizan visitas a yacimientos y recogida de ejemplares. Estos grupos suelen disponer de sus propios códigos de honor sobre la recogida de ejemplares y el respeto a la naturaleza, como por ejemplo el suscrito por el Grupo Mineralogista Oróbico, constituido por investigadores y aficionados a la mineralogía de la región de Lombardía. También es destacable que en el año 2007 se presentó en Italia un proyecto de ley sobre la “Disciplina de la investigación, extracción y recolección de muestras de rocas minerales y fósiles”, que aunque aún no ha sido aprobado, presenta algunos apartados de interés, como la obligatoriedad de la obtención de una licencia para la extracción y recogida de minerales, o la de informar a la autoridad competente sobre el hallazgo de ejemplares de alto valor científico.

- En Francia, según su código civil, los minerales están incluidos en el suelo y éste pertenece al propietario, por tanto en terrenos privados se necesita su autorización tanto para el acceso a los yacimientos, como para la recogida de ejemplares. Es de destacar que en este país se puede declarar un mineral o una colección como bien de interés cultural, lo que permite el derecho de tanteo y retracto sobre los mismos por parte de la administración, repercutiendo en la defensa del patrimonio geológico mueble. También son comunes en Francia las asociaciones o clubs mineralogistas, que poseen sus propios códigos éticos, como es el caso del Club mineralógico de Chamonix. Destaca en este código la obligación

de obtención de una autorización municipal para la recogida de minerales en yacimientos de la zona de Mont Blanc, así como la del respeto a la legislación vigente en materia de propiedad, medio ambiente y paisaje. También el sindicato de comerciantes profesionales de minerales, fósiles y gemas francés posee su código deontológico que garantiza el cumplimiento de la legislación civil y de comercio.

- En otros países europeos como Suiza, también proliferan las asociaciones mineralógicas con sus correspondientes códigos deontológicos o de buenas prácticas. Destacamos aquí el de la Sociedad Mineralógica Vaud, de Lausana, que incluye reglas de comportamiento cívico y con el medio ambiente. En sus disposiciones se comprometen a cumplir con las obligaciones en relación a la investigación, a la recogida de ejemplares, a la venta y el comercio y a la lucha contra el expolio de yacimientos.

- En Bélgica destaca el hecho de que, para visitar una explotación, se ha de pertenecer a alguna asociación mineralogista. Es la asociación la encargada de conseguir los permisos y de que cada recolector cumpla con las medidas de seguridad impuestas, que siempre incluyen el uso obligatorio de casco y chaleco reflectante.

- Fuera de Europa destacaremos el caso de los Estados Unidos, que aunque con algunas particularidades según los distintos estados, a grandes rasgos, la propiedad privada es inviolable y el propietario es dueño del suelo y del subsuelo, por lo que todo lo que encuentre, incluidos minerales, rocas y fósiles, le pertenecen. Caso distinto es el de la propiedad pública, donde lo normal es que existan regulaciones e incluso prohibiciones sobre la recogida de minerales. También existen códigos éticos de los buscadores de minerales, como el del estado de Washington, que obliga al máximo respeto a la propiedad privada y a la legislación en materia de medio ambiente.



MINERALES Y YACIMIENTOS
CON INTERÉS
PATRIMONIAL EN ESPAÑA

IV. MINERALES Y YACIMIENTOS CON INTERÉS PATRIMONIAL EN ESPAÑA

Se muestran a continuación qué minerales de interés aporta nuestro país en el contexto internacional y cuáles son los principales yacimientos españoles que han aportado esos ejemplares a museos y colecciones.

IV.1. Minerales españoles de interés para el coleccionismo

Aunque España es un país extenso, de alta diversidad geológica y de elevada tradición minera, el coleccionismo de minerales nunca ha tenido la misma importancia que en otros países de nuestro entorno como Francia, Inglaterra, Alemania e Italia. La razón por la cual esta actividad ha sido siempre muy minoritaria, hay que buscarla en la coexistencia de varios factores a lo largo de nuestra historia como son: aspectos sociales y económicos, nivel cultural y científico o la escasez de museos de historia natural y de publicaciones (Casanova Honrubia, 2006).

En la actualidad se han descrito algo más de 5.224 especies minerales en el mundo (IMA, 2017, referencia digital), de las cuales alrededor de 1.000 están presentes en los yacimientos españoles, lo que implica que España presenta una alta diversidad mineralógica. Además, entre estos minerales se incluyen numerosos ejemplos de minerales españoles que están bien representados en museos y colecciones en los ámbitos nacional e internacional.

Sin embargo, tan sólo se han descrito 33 especies minerales que tienen su localidad tipo en España, cifra escasa a todas luces si se compara con las grandes potencias (USA, 788; Rusia, 765) e incluso con otros países europeos (Alemania, 347; Italia, 303; Suecia, 175; Francia, 137; Reino Unido, 123, República Checa, 122; Suiza, 86; Dinamarca, 83; Noruega, 83), datos referidos a enero de 2017 (IMA, 2017, referencia digital). La Iglesia (2004) señala que el problema radica en la enseñanza, excesivamente teórica, impartida en universidades y escuelas especiales durante el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, que entorpeció el desarrollo de la investigación científica y lógicamente, la posibilidad del descubrimiento de nuevos minerales. Este mismo autor (La Iglesia, 2004) observa un progresivo interés en los estudios mineralógicos a partir de la segunda mitad del siglo XX debido a la mejora de la enseñanza y al aumento de los medios económicos dedicados a la investigación, proceso que se encuentra actualmente en franca regresión si se considera el escenario de crisis que atraviesa España desde 2008.



Figura 5. Minerales clásicos españoles expuestos en el Museo Geominero (entre paréntesis la clave del ejemplar). De izquierda a derecha y de arriba abajo: Pirargirita (5600), Hiendelaencina, Guadalajara, 3,8 x 3,3 cm. Goethita (487), La Arboleda, Vizcaya, 13 x 10 cm. Rutilo (5656), Horcajuelo de la Sierra, Madrid, 4,7 x 3,5 cm. Galena (5592), Linares, Jaén, 3 x 2,4 cm. Pirita (4993), Navajún, La Rioja, 20 x 14 cm. Magnetita (M-925), San Pablo de los Montes, Toledo, 4 x 4 cm. Berilo var. Aguamarina (9584), Pereña de la Ribera, Salamanca, 7,5 x 6 cm. Piromorfita (M-1279), El Horcajo, Ciudad Real, 4,3 x 4 cm. Azufre (9431), Conil, Cádiz, 7 x 5,7 cm. Aragonito (12952), Minglanilla, Cuenca, 6 x 4 cm. Cuarzo var. Jacinto de Compostela (1847), Domeño, Valencia, 6 x 4 cm. Fluorita (10467), Berbes, Asturias, 9 x 7 cm.

Una revisión de las principales colecciones, tanto públicas como privadas, de minerales españoles, permite apreciar que hay una serie de especies que se repiten en la mayor parte de las mismas (Figura 5). Esto es debido a tres factores que se han de tener en cuenta: 1) la calidad estética de los ejemplares; 2) el interés histórico de los mismos y 3) su elevado interés científico.

A continuación se incluye un resumen de las mencionadas especies minerales de mayor interés. Para realizar esta síntesis, han sido clasificados los minerales por criterios cristalquímicos según el modelo de Strunz (1978), que los agrupa en nueve clases: I) elementos; II) sulfuros; III) halogenuros; IV) óxidos e hidróxidos; V) nitratos, carbonatos, boratos; VI) sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos; VII) fosfatos, arseniatos, vanadatos; VIII) silicatos; IX) minerales orgánicos. Estas clases se dividen a su vez en subclases, grupos, subgrupos, especies y variedades.

Además de una pequeña descripción de los distintos minerales, se indica el valor que éstos presentan, ya sea estético, histórico, científico o la combinación de las tres opciones, en orden de prioridad.

I) Elementos

Azufre: este mineral se presenta bellamente cristalizado en varios yacimientos españoles. Interés estético e histórico.

Bismuto: en cristales esqueléticos y láminas en algunas minas de la provincia de Córdoba. Interés histórico.

Cobre: elemento metálico presente en la mayor parte de las monteras de los yacimientos de sulfuros polimetálicos. Interés estético e histórico.

Mercurio: elemento líquido a temperatura ambiente, acompaña al cinabrio en el distrito minero de Almadén (Ciudad Real). Interés científico e histórico.

Oro: metal precioso explotado por todos los pobladores que han pasado por la Península Ibérica. Interés histórico.

Plata: agregados filiformes en forma de alambres y ramas. Interés estético e histórico.

II) Sulfuros

Barquillita: mineral procedente de un yacimiento en el municipio salmantino de Barquilla, población que da nombre a la especie (Murciego *et al.*, 1999). Interés científico.

Bournonita: en la mina El Español de Chillón (Ciudad Real) se recogieron espectaculares ejemplares de este mineral. Interés estético.

Calcopirita: excelentes ejemplares de la mina San Finx en La Coruña, han sido reconocidos a nivel internacional (Guillemin, 1964). Interés estético e histórico.

Calcosina: estéticos ejemplares cristalizados procedentes de la mina Las Cruces en Gerena (Sevilla) están presentes en numerosos museos y colecciones de interés. Interés estético.

Cinabrio: cristales de brillo adamantino reconocidos a nivel internacional. Interés estético e histórico.

Esfalerita: ejemplares de esfalerita en su variedad *acaramelada* son comunes en numerosas colecciones públicas y privadas. Interés estético e histórico.

Estibina: normalmente en cristales alargados llegando a ser aciculares en algunas minas del sur de la provincia de Ciudad Real. Interés estético e histórico.

Freieslebenita: ejemplares excepcionales reconocidos internacionalmente (Guillemin, 1964), procedentes de las minas de Hiendelaencina (Guadalajara). Interés estético e histórico.

Galena: sulfuro de plomo que adquiere excelente cristalización en varios yacimientos españoles. Interés estético e histórico.

Marcasita: ejemplares cristalizados en “cresta de gallo” procedentes de la mina de Reocín (Cantabria), que constituyen uno de los clásicos de la mineralogía española. Interés estético e histórico.

Millerita: sulfuro de níquel que fue recuperado en las minas de Bellmunt del Priorat (Tarragona) y que ha llegado a algunas colecciones históricas. Interés histórico y estético.

Pirargirita: en los principales museos nacionales de mineralogía se pueden observar ejemplares cristalizados de esta *plata roja* procedente de las minas de Hiendelaencina. Interés estético e histórico.

Pirita: cristales de piritas españolas forman parte tanto de las colecciones privadas, como de los museos de mineralogía más importantes a nivel internacional. Alto interés estético.

Villamaninita: sulfuro polimetálico que fue descrito en 1920 por Schoeller y Powell, procedente de la mina Divina Providencia, o Profunda, en el distrito minero de Cármenes-Villamanín (León). Interés científico.

Westerveldita: mineral descubierto en la mina malagueña de La Gallega, en Ojén (Oen et al., 1972). Interés científico.

III) Halogenuros

Calomelano: raro cloruro de mercurio que fue recuperado en el conocido distrito minero de Almadén (Ciudad Real). Interés histórico y científico.

Carnalita: cloruro de potasio y magnesio procedente de los históricos yacimientos de la cuenca de Cardona-Suria (Barcelona). Interés histórico.

Fluorita: es uno de los minerales que está presente en todas las colecciones revisadas y que presenta una mayor proyección internacional. Interés estético e histórico.

Halita: la *sal común* está presente en numerosas colecciones en el ámbito nacional. Interés estético e histórico.

Silvina: es uno de los halogenuros presentes en la cuenca potásica de Cardona-Suria (Barcelona), que ha aportado muestras a numerosas colecciones. Interés histórico.

IV) Óxidos e hidróxidos

Anatasa: buenos ejemplares cristalizados se han recogido en yacimientos de las provincias de Cáceres y León. Interés estético.

Brannerita: ejemplares excepcionales de este mineral procedentes de Hornachuelos (Córdoba) están presentes en varias colecciones importantes. Interés estético e histórico.

Casiterita: buenas maclas de casiterita han sido reflejadas en trabajos divulgativos sobre las mejores colecciones internacionales (Guillemin, 1964). Interés estético e histórico.

Cervantita: óxido de antimonio que fue descrito a partir de ejemplares procedentes del pueblo lucense de Cervantes (Gründer *et al.*, 1962). Interés científico.

Cuarzo: es un mineral que adquiere bellas cristalizaciones en yacimientos españoles en sus variedades cristal de roca, amatista, ahumado y citrino. Interés estético e histórico.

Goethita: excelentes ejemplares de hábito botroidal se han recogido en las minas de hierro de La Arboleda (Vizcaya), presentando además estéticas irisaciones en la mina de Tharsis (Huelva).

Magnetita: ejemplares de hábito octaédrico están presentes en algunas de las colecciones más importantes a escala nacional. Interés estético e histórico.

Moganita: mineral descubierto en la localidad de Mogán, en la isla de Gran Canaria (Flörke *et al.*, 1976). Interés científico.

Rodalquilarita: mineral procedente de la localidad almeriense de Rodalquilar, que le da nombre a la especie (Fleisher, 1968). Interés científico.

Rutilo: el rutilo fue descrito como una especie mineral a partir de muestras supuestamente de "Cajuelo, Vuitrago, Burgos". Sin embargo, hoy en día está aceptado que esto fue un error, siendo la localidad real de los especímenes estudiados por Werner Horcajuelo de la Sierra (Madrid), donde se conocía la presencia de rutilos desde mucho antes. La causa del error pudo ser que Horcajuelo de la Sierra perteneció al Señorío de Buitrago, de los duques del Infantado, hasta la abolición del régimen feudal en 1830. Interés científico, histórico y estético.

Uraninita: es uno de los minerales que ha sido reseñado por Claude Guillemin en su trabajo sobre las mejores colecciones del mundo (Guillemin, 1964). Interés estético e histórico.

V) Nitratos, carbonatos, boratos

Abellaita: carbonato de sodio y plomo descubierto por Joan Abella en 2014 en la mina Eureka, La Torre de Cabdella (Lleida) (Ibáñez-Insa *et al.*, 2016). Interés científico.

Aragonito: mineral descubierto en el municipio alcarreño de Molina de Aragón, que se presenta en numerosos yacimientos en el Triásico español (Jiménez Martínez *et al.*, 2005). Interés científico, histórico y estético.

Azurita: estéticos cristales de color azul, que son comunes en las monteras de algunos yacimientos cupríferos. Interés estético e histórico.

Calcita: cristales de distinto hábito, tamaño y color, se pueden encontrar tanto en museos como en colecciones privadas. Interés estético e histórico.

Cerusita: carbonato de plomo que acompaña a la galena en la mayoría de los yacimientos plumbíferos de la Península Ibérica. Se han obtenido buenos ejemplares para colecciones y museos. Interés estético e histórico.

Dolomita: perfectos romboedros de yacimientos como Eugui (Navarra), Setiles (Guadalajara) y Ojos Negros (Teruel), se exponen en museos y colecciones. También es muy valorada en el ámbito del coleccionismo la variedad denominada *teruelita*. Interés estético, histórico y científico.

Hidrozoicita: curiosos ejemplares de este carbonato de zinc procedentes de varios yacimientos de Cantabria, están presentes en colecciones históricas de museos y particulares. Interés histórico y estético.

Malaquita: carbonato de cobre de color verde de amplia presencia en colecciones a nivel nacional. Interés estético e histórico.

Hulsita: borato de estaño y hierro que ha sido localizado recientemente en un skarn en San Pablo de los Montes (Toledo) y que sólo había sido descrito con anterioridad en el continente europeo en un yacimiento en la República Checa. Interés científico.

Siderita: en muchas colecciones del ámbito español se muestran ejemplares de siderita procedentes, sobre todo, de los yacimientos del País Vasco. Interés estético e histórico.

Vonsenita: borato de hierro muy extendido en el skarn de Burguillos del Cerro (Badajoz). Interés científico.

Zaccagnaíta-3R: carbonato de aluminio y zinc del grupo de las hidrotalcitas, hallado en la Cueva de El Soplo (Cantabria), que constituye un politipo único en el mundo. Interés científico (Lozano *et al.*, 2012).

Zaratita: carbonato de níquel descrito con ejemplares procedentes del complejo ultramáfico del Cabo Ortegal (La Coruña), en el municipio de Cedeira (Palache *et al.*, 1951). Interés científico.

VI) Sulfatos, cromatos, molibdatos, wolframatos

Anglesita: sulfato de plomo que forma parte de las paragénesis secundarias de varios yacimientos metálicos españoles, que han aportado buenos ejemplares a colecciones y museos. Interés estético e histórico.

Barita: excelentes ejemplares asociados a fluorita se han recogido en varias explotaciones mineras asturianas. Interés estético.

Celestina: hermosos cristales azulados de este sulfato de estroncio procedentes de varios yacimientos, forman parte de numerosas colecciones. Interés estético e histórico.

Ferberita: término férrico de la wolframita, que fue descrito con ejemplares de la Sierra Almagrera en Almería (Calderón, 1910). Interés científico.

Glauberita: sulfato sódico cuyo descubrimiento tuvo lugar en la mina toledana de El Castellar, de Villarrubia de Santiago (Brogniart, 1808). Interés científico, histórico y estético.

Jarosita: sulfato de potasio y hierro que fue descubierto en el Barranco del Jaroso, Cuevas del Almanzora (Almería) a mediados del siglo XX (Palache *et al.*, 1951). Interés científico.

Linarita: sulfato de plomo y cobre cuya primera descripción se realizó con ejemplares procedentes del distrito jienense de Linares-La Carolina (Glocker, 1839). Interés científico.

Morenosita: sulfato de níquel que fue descubierto a mediados del siglo XIX en el complejo ultramáfico del Cabo Ortegal (La Coruña), en la población de Cedeira (Martínez Alcívar, 1850). Interés científico.

Scheelita: excelentes ejemplares de hábito pseudooctaédrico procedentes de varios yacimientos se exponen en algunos de los museos españoles más importantes. Interés estético e histórico.

Thenardita: sulfato sódico que fue descubierto en las Salinas de Espartinas, de Ciempozuelos (Madrid), (Casaseca, 1826). Interés científico e histórico.

Yeso: sulfato cálcico que presenta estéticas cristalizaciones en numerosos yacimientos españoles. Interés estético, histórico y científico.

Zincosita: sulfato de zinc que fue descrito con muestras del Barranco Jaroso, de Cuevas del Almanzora en Almería (Wildner y Giester, 1988). Interés científico.

VII) Fosfatos, arseniatos, vanadatos

Anapaíta: fosfato de hierro que no sólo está representado en colecciones y museos españoles, sino que ha sido referenciado en trabajos sobre los mejores minerales a nivel internacional (Guillemin, 1964). Interés estético e histórico.

Apatito: bellos ejemplares de calidad gema, procedentes de los afloramientos lamprofíticos del SE español, se pueden observar en numerosas colecciones y museos. Interés estético e histórico.

Barahonaíta-(Al): raro fosfato que fue descrito con ejemplares de la mina Dolores de Pastrana (Murcia), (Viñals *et al.*, 2008b). Interés científico.

Barahonaíta-(Fe): es otro de los fosfatos descubiertos en la Mina Dolores (Viñals *et al.*, 2008b). Interés científico.

Bolivarita: fosfato de aluminio cuya primera descripción corrió a cargo de los insignes mineralogistas de principios del siglo XX Lucas Fernández y Pedro Castro, sobre muestras procedentes de Campo Lameiro, Pontevedra (Fernández Navarro y Castro Barea, 1921). Interés científico.

Calderonita: vanadato de plomo y hierro que fue descubierto en la mina Las Colmenitas de Santa Marta, Badajoz (González del Tánago *et al.*, 2003). Interés científico.

Cobaltarthurita: este fosfato es uno de los minerales descritos por primera vez en la mina Dolores de Pastrana, Murcia (Jambor *et al.*, 2002). Interés científico.

Conicalcita: arseniato de cobre y calcio que fue descubierto en Hinojosa del Duque (Córdoba) a mediados del siglo XIX (Qurashi y Barnes, 1963). Interés científico.

Hidroniofarmacoalumita: arseniato de aluminio de reciente descubrimiento y que tiene su localidad tipo en la mina María Josefa, Rodalquilar (Almería), (Hochleitner *et al.*, 2013). Interés científico.

Natrofarmacoalumita: arseniato de aluminio y sodio que fue también descubierto en la mina María Josefa, del municipio almeriense de Rodalquilar (Rumsey *et al.*, 2010). Interés científico.

Piromorfita: aunque están presentes en varios yacimientos, las piromorfitas cristalizadas en prismas hexagonales de intenso color verde de las minas de El Horcajo (Ciudad Real), han sido consideradas las más famosas del mundo (Sainz de Baranda *et al.*, 2004). Interés estético e histórico.

Torbernita: cristales tabulares de intenso color verde procedentes de Andújar (Jaén) han llegado a importantes colecciones privadas y museos. Interés estético e histórico.

Vanadinita: es otro de los minerales que desde antiguo está bien representado en numerosas colecciones españolas. Interés estético e histórico.

Variscita: ejemplares de variscita procedentes de Zamora, Barcelona y León están presentes en museos y en restos arqueológicos patrimoniales. Interés histórico y estético.

VIII) Silicatos

Aerinita: piroxeno de color azul que fue descubierto en Estopiñán del Castillo (Huesca) a finales del siglo XIX (Rius *et al.*, 1998). Interés científico.

Almandino: buenos cristales de este granate férrico procedentes de yacimientos españoles se incluyen en un buen número de colecciones. Interés histórico y estético.

Andalucita: nesosilicato de aluminio que fue descubierto a finales del siglo XVIII a partir de muestras recolectadas en El Cardoso de la Sierra, en la provincia de Guadalajara (Calderón, 1910). Interés científico e histórico.

Berilo: excelentes prismas hexagonales de berilo procedentes de yacimientos españoles en sus variedades común, aguamarina y esmeralda, han sido incorporados a un buen número de colecciones y museos de mineralogía. Interés estético e histórico.

Cianita: buenos ejemplares de este aluminosilicato, procedentes de Serrada de la Fuente (Madrid), están presentes en museos y colecciones de ámbito nacional. Interés estético.

Clinozoisita: las ofitas del Cabezo Negro, en Albuera (Alicante), han proporcionado durante varias décadas excelentes ejemplares de este mineral a coleccionistas y museos. Interés estético.

Cordierita: grandes prismas hexagonales de este ciclosilicato, en su variedad gigantolita, forman parte de importantes colecciones históricas. Interés histórico.

Epidota: se han recuperado excelentes ejemplares de este sorosilicato en yacimientos españoles de tipo skarn. Interés estético.

Estaurolita: buenos cristales y maclas se han recogido en los esquistos de la sierra de Guadarrama y Somosierra, en las provincias de Madrid y Segovia. Interés estético.

Clino-ferro-ferri-holmquistita: en el arroyo de la Yedra, dentro del macizo de La Pedriza de Madrid, afloran unas episienitas donde se han recogido las muestras que han servido para la descripción de tres nuevas especies minerales, todos anfíboles de gran interés científico (Oberti *et al.*, 2003).

Ferri-pedrizita: anfíbol descubierto en La Pedriza (Madrid) que fue descrito junto a la clino-ferro-ferri-holmquistita (Oberti *et al.*, 2003). Interés científico.

Ferro-ferri-pedrizita: es uno de los tres anfíboles descritos en un yacimiento de episienitas de La Pedriza, Madrid (Oberti *et al.*, 2000). Interés científico.

Olivino: hermosos ejemplares de forsterita se han recogido tanto en Canarias, como en los volcanes de Ciudad Real y Girona. Interés estético.

Ortoclasa: es el feldespato que con mayor profusión aparece representado en colecciones y museos. Interés estético e histórico.

Potasic-ferro-taramita: anfíbol descrito con ejemplares procedentes de unas metamonzonitas de la Sierra de los Filabres, Almería (Oberti *et al.*, 2008). Interés científico.

Prehnita: en numerosos afloramientos ofíticos se han recogido estéticos ejemplares de prehnita, destacando la cantera Oficarsa en Carchelejo (Jaén). Interés estético.

Saliotita: mica blanca del grupo de las esmectitas, que fue descubierta en Sierra Alhamilla, en el municipio de Tabernas, Almería (Gofeé *et al.*, 1996). Interés científico.

Stokesita: en la cantera de La Saludadora, en el municipio madrileño de Valdemanco, se recuperaron los que son hasta la actualidad los mejores cristales que se conocen en el mundo de este raro silicato de calcio y estaño (González del Tánago *et al.*, 2012). Interés estético y científico.

Suhailita: nuevo mineral del grupo de las micas descubierto en Fuengirola (Málaga), (Ruiz Cruz y Sanz de Galdeano, 2009). Interés científico.

Topacio: este nesosilicato muy utilizado en joyería, que ha sido recolectado en varios yacimientos del Valle de la Serena, es muy valorado en el ámbito del coleccionismo, formando parte de las mejores colecciones españolas de minerales. Interés estético.

Turmalinas: estéticos ejemplares procedentes de yacimientos españoles, incluyendo chorlos y elbaítas, se exponen en museos de ámbito nacional. Interés estético.

Yagiíta: mineral extraterrestre descubierto en el meteorito encontrado en Colomera, en la provincia de Granada (Bunch y Fuchs, 1969). Interés científico.

IX) Minerales orgánicos

Ámbar: resina fósil que suele estar presente en colecciones mineralógicas y que se presenta en España en algunos afloramientos de alto interés científico al incluir en ocasiones restos fósiles.

Azabache: este carbón “noble” apto para la talla y pulido, ha sido utilizado desde la antigüedad en la fabricación de adornos y en joyería. También es común su presencia en colecciones de mineralogía. Interés estético e histórico.

IV.2. Yacimientos minerales españoles que han aportado ejemplares a colecciones y museos

En este apartado se incluye una descripción de los yacimientos españoles de mayor importancia en la aportación de ejemplares de interés a colecciones y museos.

Sería inabordable para este trabajo intentar una recopilación completa de todos los yacimientos de interés que existen en un país de tan elevada tradición minera como es España, por lo que hemos seleccionado las *localidades tipo*, los yacimientos que con mayor profusión aparecen en la bibliografía, que además coinciden con los que están mejor representados en colecciones privadas y museos, así como una serie de yacimientos de interés identificados en nuestro trabajo de campo. En la Figura 6 se pueden observar algunos de los yacimientos españoles que han aportado ejemplares que constituyen clásicos de la mineralogía de nuestro país.

Tendremos en cuenta que en este trabajo se considera “yacimiento de interés mineralógico” al referido estrictamente al coleccionismo de minerales: un yacimiento mineral en el que se encuentran o han sido recogidos ejemplares que poseen interés científico, estético o histórico y que, por tanto, son susceptibles de estar presentes en colecciones y museos.

Los yacimientos pueden presentar además otras características que potencian su valor patrimonial, pero que son independientes de su interés mineralógico referido al ámbito del coleccionismo. Estas características serán tenidas en cuenta en el uso y gestión del yacimiento, pero por sí solas no justifican la inclusión del yacimiento en la

definición expuesta de “yacimiento de interés mineralógico”. Entre las más importantes destacan los aspectos geológicos, biológicos, mineros, ambientales, históricos, paisajísticos o industriales, entre otros.

Debemos indicar el sentido en el que emplearemos aquí el término yacimiento mineral. En algunas ocasiones un yacimiento puede ser individualizado fácilmente si sus límites coinciden con un paraje, un afloramiento o una única explotación minera, pero esto no ocurre en todos los casos. Por ejemplo, el distrito minero de *Almadén*, está formado por un conjunto de minas localizadas en dos municipios al menos (Almadén y Almadenejos): la mina de *Las Cuevas* y el *Pozo San Teodoro*, se localizan en el primero, mientras que la *Corta El Entredicho*, pertenece a Almadenejos. En este caso, aun entendiendo que las tres explotaciones están relacionadas genéticamente, se ha optado por individualizarlas en distintos apartados, señalándose las particularidades de cada una de ellas. Sin embargo, se indica a continuación de cada mina su pertenencia al grupo o distrito minero correspondiente, en este caso *Minas de Almadén*. Este ejemplo es aplicable a otros casos en los que existen varios puntos de interés dentro de grandes distritos mineros, en los que se señala la adscripción a los mismos, pero en general individualizando cada una de las minas o afloramientos. Sólo en casos excepcionales, cuando las explotaciones están muy próximas y las paragénesis son muy homogéneas, se han agrupado en pequeños grupos mineros, como en *las minas de El General*, en Cabezarrubias del Puerto (Ciudad Real), que pertenecen al distrito minero del *Valle de Alcudia*.

Algo parecido ocurre con yacimientos circunscritos a un afloramiento de gran superficie, como por ejemplo el *Plutón de la Cabrera* en la Comunidad de Madrid, que abarca varios términos municipales. Este plutón ha sido explotado para extraer rocas graníticas en numerosas pequeñas cortas y presenta unas asociaciones mineralógicas homogéneas, aunque con algunas particularidades en determinadas canteras. En estos casos se ha optado por agrupar, en la medida de lo posible, varias canteras por criterios puramente geográficos, como puede ser la pertenencia a un mismo municipio, o a un paraje dentro del mismo municipio, como por ejemplo *las canteras de Sieteiglesias* o las del paraje de *los Alisos*, en Valdemanco (Madrid). Al igual que en el caso anterior, a continuación del yacimiento o cantera se señala la pertenencia del mismo a una unidad de mayor entidad, en este caso el *Plutón de la Cabrera*.



Figura 6. Yacimientos españoles de alto interés mineralógico. De izquierda a derecha y de arriba abajo: Mina La Blanquiza, Valdeperillo (La Rioja). Mina La Celia, Jumilla (Murcia). Canteras de granito de Cadalso de los Vidrios (Madrid). Mina La Parrilla, Almocharín (Cáceres). Mina Las Cruces, Gerena (Sevilla). Minas de Hiendelaencina (Guadalajara). Mina Ana, Berbes (Asturias). Minas de El Horcajo, Almodóvar del Campo (Ciudad Real). Cantera Puente Mocha, Pereña de la Ribera (Salamanca). Rambla Salá, La Pesquera (Cuenca). Río Gallo, Molina de Aragón (Guadalajara). Keuper de Chella (Valencia).

Para la ordenación de los distintos yacimientos se ha optado por criterios puramente geográficos, agrupándolos en unidades administrativas de mayor a menor entidad. Así, la división se ha realizado en comunidades y ciudades autónomas por orden alfabético, dentro de las cuales se incluyen las provincias. A continuación, si a escala provincial hay entidades que agrupan a varios yacimientos, como puede ser un distrito minero, una estructura, afloramiento, estrato o nivel geológico de gran extensión, se ha realizado una introducción previa de las mismas, indicando posteriormente el/los municipios

pertenecientes a esta subdivisión y en último término los yacimientos. Para estos casos de grandes afloramientos o distritos mineros con varios puntos de interés, aquéllos irán señalados entre paréntesis a continuación del yacimiento. Si no existen estas entidades de gran extensión, dentro de la división provincial se señalan directamente los municipios en los que se incorporan los yacimientos de interés.

A continuación se relacionan, clasificados por comunidades autónomas y provincias, los yacimientos mineralógicos de interés seleccionados:

IV.2.1. Yacimientos de Andalucía

Faja Pirítica Ibérica: en Andalucía se ha diferenciado una entidad supraprovincial que agrupa a varios yacimientos: La *Faja Pirítica Ibérica (FPI)*. La FPI constituye un distrito minero de relevancia internacional, con la mayor concentración conocida de yacimientos de sulfuros masivos (Palero Fernández, 1999), siendo uno de los contextos geológicos incluidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). La lista de especies minerales de interés procedentes de la FPI es muy extensa e incluye especies con plomo, cinc, cobre, plata y oro.

Las principales explotaciones mineras son (Gómez Díaz, 1999):

Las Herrerías: yacimiento localizado en el municipio de Puebla de Guzmán (Huelva), en el que se ha citado tradicionalmente la presencia de cobre nativo (Gonzalo y Tarín, 1888).

Mina Las Cruces: yacimiento de cobre en explotación emplazado a unos 6 km al SE de Gerena (Sevilla).

Minas de Aznalcóllar: distrito minero situado 2 km al este del municipio homónimo de Aznalcóllar, de la provincia de Sevilla.

Minas de Riotinto: yacimiento asentado en la cuenca minera de los pueblos de Riotinto, Zalamea la Real, Nerva y El Campillo, todos de la provincia de Huelva.

Minas de Sotiel Coronada: yacimiento localizado en el poblado homónimo de Sotiel Coronada, en las proximidades del río Odiel y dentro del municipio onubense de Calañas, a 6 km al sur de esta población.

Minas de Tharsis: las minas se localizan al sur del pueblo de Tharsis, en el municipio de Alosno (Huelva).

Minas de La Zarza: localizadas en la zona sur del casco urbano de La Zarza, también en el municipio de Calañas (Huelva).

ALMERÍA

Cerro de la Corona: en este paraje, perteneciente a los términos municipales de Almería, Huércal de Almería y Benahadux, se localizan una serie de labores denominadas “Las Minicas” para el beneficio de cobre, cinc y plomo (Foro FMF, 2014a, referencia digital). Entre los minerales de interés recolectados en estas minas destacan: auricalcita, beudantita, duftita, goethita, hemimorfita, mimetita y rosasita.

Sierra Alhamilla: sistema montañoso perteneciente a las Cordilleras Béticas, que incluye parte de los términos municipales de Almería, Lucainena de las Torres, Níjar, Pechina, Rioja y Tabernas. Presenta numerosas explotaciones mineras que beneficiaron depósitos de plomo y hierro, entre las que se pueden mencionar las minas Felisa, de la Victoria, Virgen del Mar, Providencia y Rica. En estas labores se han recogido buenos ejemplares de galena, óxidos de hierro, siderita, barita, calcita, azurita y malaquita, siendo Tabernas la localidad tipo de la salitita (Gofeé *et al.*, 1996).

Sierra de Gádor: macizo montañoso situado en el extremo suroccidental de la provincia de Almería, dentro de la Cordillera Bética. Incluye parte de los términos municipales de Alcolea, Alhama de Almería, Alicún, Berja, Dalías, Enix, Félix, Fondón, Gádor, Huécija, Íllar, Instinción, Láujar de Andarax, Rágol y Vícar. Presenta numerosas explotaciones mineras donde destaca la presencia de fluorita cristalizada en grandes cubos violetas o blancos (Calderón, 1910).

Sierra de los Filabres: principal macizo montañoso de la provincia de Almería, con una longitud de 63 km y una anchura de 28 km. Comprende parte de los términos municipales de 17 municipios entre los que figuran Gérgal, Líjar y Lubrín. Es considerada la localidad tipo de la potasic-ferro-taramita (Oberti *et al.*, 2008).

Bacares

Mina Beltraneja: explotación de barita en la que en la primera década del siglo XXI se han recolectado excepcionales ejemplares de este sulfato de bario, perfectamente cristalizada y formando drusas de tamaños decimétricos (Foro FMF, 2009, referencia digital).

Bédar

Minas de Pinar de Bédar: labores para el beneficio de Pb-Cu, que han aportado algunas especies minerales de interés coleccionístico/museístico, destacando la azurita que se presenta en microcristales brillantes, de color azul intenso (Viñals *et al.*, 2008a).

Cuevas del Almanzora

Afloramiento traquítico de La Sierrecica: en este yacimiento, próximo al pueblo de Los Lobos, se han recogido excepcionales ejemplares de sanidina en cristales idiomorfos y maclas de varios centímetros de longitud.

Minas de Las Herrerías: yacimiento de plata enclavada en las estribaciones de la Sierra Almagrera en Las Herrerías (Calderón, 1910). Los minerales de interés recolectados en sus cortas son plata nativa, clorargirita, barita, fluorita y yeso.

Sierra Almagrera: esta zona, donde existen varias explotaciones mineras, se ha seleccionado por ser la localidad tipo de la ferberita (Calderón, 1910), de la jarosita (Palache *et al.*, 1951) y de la zincosita (Wildner y Giester, 1988).

Huércal-Overa

Cerro Minado: grupo minero localizado en el paraje homónimo, donde se explotaron pequeños filones para el beneficio de menas de Cu-Co. La especie mineral recuperada en el yacimiento más interesante es la eritrina, que se muestra en los típicos agregados cristalinos en “flor de cobalto”, así como en cristales aislados (Gröbner y Fernández Périz, 2006).

Níjar

Caldera de Rodalquilar: es una de las calderas más importantes del campo volcánico del Cabo de Gata y presenta la particularidad de haber sido explotada para la obtención de oro. Hay varios yacimientos en un radio de 25 km², destacando la Mina María Josefa y el Filón 340 (Gumiel Martínez y Mirete Mayo, 2004). Este yacimiento constituye la localidad tipo de la rodalquilarita (Fleisher, 1968), de la natrofarmacoalumita (Rumsey *et al.*, 2010) y de la hidroniofarmacoalumita (Hochleitner *et al.*, 2013).

Cerro del Hoyazo y rambla de las Granatillas: yacimiento de granate almandino localizado a unos 3 km al este de Níjar. Se trata de un domo volcánico de singular naturaleza por las características mineralógicas de los materiales volcánicos y xenolíticos que lo constituyen (Muñoz Espadas *et al.*, 2001).

Yacimiento zeolítico de Los Escullos: en las proximidades del camping de Los Escullos, en el paraje conocido como “Majada Redonda”, afloran unas rocas zeolíticas donde se han recolectado buenos ejemplares de clinoptilolita-Ca y ferrierita-Mg (Foro FMF, 2013b, referencia digital).

Pulpí

Geoda gigante de la mina Rica: cavidad de 9 x 2 m rellena de cristales decimétricos de yeso transparente. Esta enorme geoda se localizó entre las plantas 2ª y 3ª de la mina *Quien Tal Pensará*, también llamada mina *Rica*, en el pueblo de Pilar de Jaravía (Palero Fernández *et al.*, 2000). Este enclave es un punto de alto interés mineralógico, pendiente de protección.

San José

Mina Santa Bárbara: antigua mina de Pb-Zn-Cu que presenta una alta diversidad mineralógica con más de 20 especies de interés entre la que sobresalen clinoatacamita, fraipontita y willemite (Arribas Jr *et al.*, 2005).

Tabernas

Afloramiento de esquistos de la Sierra Alhamilla: se trata de la localidad tipo del anfíbol saliotita (Oberti *et al.*, 2008).

Tíjola

Mina Las Cocotas: en esta explotación se ha descrito una interesante paragénesis de cobre, cinc y mercurio que incluye especies de alto interés por su rareza como son iltisita y arsenogotazita (Menor Salván, 2012).

CÁDIZ

Yacimientos ofíticos de la provincia de Cádiz: en la provincia de Cádiz afloran varios yacimientos de ofitas de alto interés mineralógico debido a la presencia de minerales cristalizados, como prehnita, cuarzo azul y algunos sulfuros. Los afloramientos más importantes son (Sastre Domínguez, 1992):

Junto al puente del río Salado (Conil)

Cerro de la Espartosa (Medina Sidonia)

Castillo del Tempul (San José del Valle)

Arroyo Almendrón (entre Medina Sidonia y Puerto Real)

Yacimiento de Ubrique

Yacimiento de Alcalá de los Gazules

Yacimiento entre Algodonales y Olvera

Cerro de la Tinaja (Puerto Real)

Puerto del Timón (Villamartín)

Puerto del Pinar y manantial de Benamahoma (Grazalema)

Peñón de Lagarín (Gastor)

Conil

Mina Cáucaso: desde el trabajo de Salvador Calderón, *Minerales de España*, se destaca el interés de los azufres de Conil, al señalar: “Los mejores yacimientos de España y los más conocidos en el mundo científico por la magnificencia de sus cristales son los situados al este de Conil, entre Cádiz y el cabo de Trafalgar” (Calderón, 1910). Los museos más importantes españoles conservan entre sus fondos excepcionales ejemplares de azufre de este yacimiento.

CÓRDOBA

Distrito minero de cobre de Córdoba: en la provincia de Córdoba se localiza un distrito minero de cobre que abarca parte de los municipios de Córdoba, Villaviciosa de Córdoba y

Obejo. Se trata de un yacimiento filoniano con mena cuprífera constituida por calcopirita como mineral primario y carbonatos y óxidos de cobre como mena secundaria. Estas minas fueron explotadas desde el calcolítico, localizándose las principales labores en Cerro Muriano, Campo Bajo y la cañada de Valdeviento (Calderón, 1910).

Distrito plumboargentífero de Hornachuelos-Posadas-Almodóvar del Río: en esta zona existen cerca de 300 minas de plomo, donde se han recogido numerosos minerales entre los que destacan galena, esfalerita y cerusita. Entre los afloramientos de mayor interés se pueden significar los siguientes:

Almodóvar del Río

Grupo minero “Santa Leocadia”: labores mineras romanas que fueron intermitentemente explotadas por el contenido en plata de la galena. Además de ésta se han recogido otros minerales como calcopirita (González Llana, 1949).

Mina “El Francés”: en la que se explotaron cuatro filones de galena con discretas concentraciones de plata, asociada a esfalerita y pirita (Arribas y Moro, 1981).

Hornachuelos

Mina Nuestra Señora de las Dolores: explotada desde época romana, presenta galena argentífera acompañada de esfalerita y minerales secundarios de plomo y cobre (González Llana, 1949).

Posadas

Grupo minero “Casiano de Prado”: yacimiento de sulfuros que en su primera etapa de producción, en época romana, fue explotado para el beneficio de galena argentífera y posteriormente, esfalerita con concentraciones de plata (González Llana, 1949).

Yacimientos de bismuto del Batolito de los Pedroches: otra entidad supramunicipal de la provincia de Córdoba es el Batolito de los Pedroches. Sin embargo, la enorme variedad de yacimientos presentes en la zona, no permiten su concentración en un solo punto. En este apartado se han agrupado los yacimientos de bismuto, que se encuentran en la zona de contacto del batolito con las pizarras del encajante (Márquez, 1966), ocupando parte de los municipios de Conquista (mina M^a del Carmen), Pozoblanco (mina Lolita), Torrecampo (minas La Angelita, Fernandín y San Jaime) Venta de Azuel (minas Mari Juana y San José) y Villanueva de Córdoba (mina Espuela). La paragénesis principal de estas minas incluye especies de alto interés, como bismuto nativo, bismutita y bismutinita.

Aparte de estos yacimientos asociados a entidades supramunicipales, se han seleccionado los siguientes yacimientos de interés:

Belalcázar

Minas de arsenopirita de Encinilla Baja: en el contacto del plutón de Santa Eufemia con su encajante, se localizan una serie de filones de cuarzo con arsenopirita y wolframita, siendo el más importante el de la zona de Encinilla Baja (García Casco *et al.*, 1988).

Espiel

Mina San Andrés: emplazada a poco menos de 1 km al sur de la cola oriental del embalse de Puente Nuevo, en las proximidades del Cerro del Álamo, dentro del término municipal de Espiel. Esta mina fue explotada para la extracción de la barita durante los años 70 y 80 del siglo XX, pero su interés mineralógico se basa en la presencia de espectaculares geodas y drusas de piromorfita de un luminoso color verde, que están presentes en la mayoría de colecciones públicas y privadas (Ramos *et al.*, 2006).

Yacimientos de antimonio de Espiel: en este municipio cordobés se localizan una serie de explotaciones de antimonio, donde se han recogido excelentes ejemplares de estibina, berthierita, antimonio nativo, pirita y marcasita (Gumiel, 1983).

Fuente Obejuna

Grupo Minero de Navalespino: campo filoniano situado a unos 9 km al oeste de Los Blázquez, donde se presenta una amplia paragénesis mineral, destacando vanadinita y calderonita (Carmona Ruiz *et al.*, 2016).

Hinojosa del Duque

Localidad Tipo de la Conicalcita: Hinojosa del Duque es considerada la localidad de donde proceden los ejemplares que sirvieron para la descripción de la conicalcita (Qurashi y Barnes, 1963).

Hornachuelos

Campo de pegmatitas de la Sierra de la Albarrana: se localizan en una pequeña alineación montañosa al NO de la provincia de Córdoba, en el límite provincial con Sevilla y Badajoz (González del Tánago y del Río, 1993). Este autor describe más de 50 especies minerales repartidas en numerosas pegmatitas: *Diéresis*, *Beta*, *La Coma*, *Cerro de la Sal*, *Pegmatita 40*, *Juan Calvillo* y *Peña Grajera*.

Mina Nuestra Señora de las Dolores: explotada desde época romana, presenta galena argentífera acompañada de esfalerita y minerales secundarios de plomo y cobre (González Llana, 1949).

Minas Gloria: también en el término municipal de Hornachuelos destacan una serie de explotaciones, donde la fluorita se presenta bien cristalizada asociada a barita, calcopirita, galena y cuarzo (Del Valle González y González Cesteros 1988).

Santa Eufemia

Minas Viejas: conjunto de explotaciones de galena situadas a unos 5 km al N de Santa Eufemia. Entre éstas se distingue la mina Resuperferrolítica, donde se han recogido excelentes agregados de piromorfita verdosa y amarillenta, que constituyen un clásico de la mineralogía española (Bueno *et al.*, 2002).

Villaviciosa de Córdoba

Corta Vértice (Cerro del Toril): yacimiento filoniano para el beneficio de fluorita, donde se han recogido además excelentes cristales y drusas de cuarzo en sus variedades amatista y cuarzo ahumado y cuarzo mostaza (Sánchez García, 1996).

GRANADA

Depósitos auríferos aluviales de Granada: la explotación del oro aluvial en las proximidades de Granada se remonta a época romana, tanto en el río Darro como en el Genil y se extendió en el tiempo hasta el siglo XX. En estos depósitos se ha obtenido oro en polvo, en pequeñas laminas y más raramente en forma de pepitas (Junta de Andalucía, 1986).

Minas de estroncio de Montevives (Alhendín-La Malahá-Las Gabias): unos 11 km al SO de Granada capital, se localiza el importante yacimiento de estroncio de Montevives. La principal explotación a cielo abierto es la mina Aurora, donde se han recogido buenos ejemplares de celestina, estroncianita, calcita, dolomita y yeso (Junta de Andalucía, 1986).

Minas de hierro del Conjuero: se encuentran ubicadas en la falda sur de Sierra Nevada, en los términos de Busquistar, Cástaras y Almegigar. La actividad minera en el sector se inició en el siglo XIX y de forma intermitente se prolongó en el tiempo hasta 1974, siendo las minas posteriormente declaradas patrimonio inmueble de Andalucía en 2007, mediante la figura de Sitio Histórico (Junta de Andalucía, 1986). Entre los minerales de interés recogidos en estas minas figuran los óxidos de hierro (hematites y goethita).

Minas de plomo de la Sierra de Lújar: estos yacimientos se encuentran al sur de la provincia de Granada, a unos 75 km de la capital. Incluye parte de los términos municipales de Cazulas, Lújar, Motril, Órgiva y Vélez de Benaudalla y numerosas explotaciones mineras entre las que podemos señalar: minas del Peñón Negro, de la Paloma, del Guano, de la Raja, de los Catorce, de San Isidro, Ildefonso XII, San Mariano, Virgen de los Dolores, Santo Domingo, etc. Estas minas se explotaron desde época fenicia, pasando por cartagineses y romanos y llegando hasta bien entrado el siglo XX. Los minerales de mayor interés recuperados en sus labores son: galena, fluorita, esfalerita, ankerita y calcita (Junta de Andalucía, 1986).

Minas del Marquesado o minas de Alquife: la comarca del Marquesado se encuentra a unos 80 km al este de Granada capital. Constituye un importante distrito metalogenético de hierro, con actividad extractiva desde época romana. Existen numerosos vestigios mineros en la vertiente norte de Sierra Nevada y en el extremo meridional de la llanura diluvial del Marquesado del Zenete, constituido por los 10 municipios que ocupan la zona Sur de la comarca de Guadix. El principal mineral extraído es la goethita, que se muestra junto a hematites y siderita encajados en carbonatos (Del Valle González y González Cesteros 1990b).

Albuñuelas

Minas de Albuñuelas: yacimientos de plomo, molibdeno y vanadio donde se han recolectado excelentes ejemplares de wulfenita, vanadinita y descloizita. Las principales explotaciones son: *Minas de San Antonio de Padua*, *Minas de El Chaparral*, *Minas del Cerro de la Cruz* y *Minas del Cerro del Capón* (Gómez Díaz y Sola Fernández, 2000).

Colomera

Localidad tipo de la yagiíta: en el año 1912 se encontró un meteorito tras una riada en la calle Arco del Humo de la localidad de Colomera. Se incluye en esta relación de yacimientos de interés al ser considerada la localidad tipo de la yagiíta (Bunch y Fuchs, 1969).

Galera

Yacimiento de rosas de yeso: en las proximidades del pueblo de Galera se han recogido espectaculares rosas de yeso de color gris de alto valor estético. El yacimiento se sitúa estratigráficamente en un nivel de margas con yeso que aflora en las vertientes del río Guardal (INGEMISA, 2006).

Güéjar Sierra

Minas de La Estrella: son probablemente las más representativas de un grupo de mineralizaciones filonianas de Sierra Nevada. La composición mineralógica que presenta incluye entre otros: calcopirita, tetraedrita-tenantita, esfalerita, covellina, oro, galena, siderita, hematites y magnetita (Arana, 1977).

Lanteira

Cerro de las Minas: en este paraje de Sierra Nevada existen una zona mineralizada de hierro y sulfuros, con una corrida mínima de 700 m (IGME, 1977). Los minerales de interés procedentes de estas minas observados en colecciones son siderita, azurita, malaquita y tetraedrita.

Molvízar

Mina Encontrada: localizada unos 2 km al NO de Molvízar, se trata de una explotación abandonada en cuyas escombreras se han recogido varias especies de Cu-Co interesantes

desde el punto de vista mineralógico y científico, destacando la annabergita, que se muestra en cristales muy atractivos (Gröbner y Fernández Pérez, 2006).

HUELVA

Cala

Mina Sultana: yacimiento de hierro y cobre, explotado desde época romana, donde se han recogido ejemplares de oro nativo además de siderita, pirita, calcopirita, malaquita y bismutina (Palacios del Valle y Prieto Carrasco, 1921).

Minas de Cala: yacimiento de tipo skarn donde se han recogido numerosas especies minerales de interés, entre los que destacan granate (grosularia/andradita), magnetita, malaquita, azurita, skutterudita, calcita, epidota, pirita y calcopirita (Casquet y Velasco, 1978).

JAÉN

En la provincia de Jaén se localiza el distrito minero de *Linares-La Carolina-Santa Elena*, donde se han explotado numerosos filones con menas de Pb-Ag y en menor medida Cu. Estas minas, explotadas desde época de los cartaginenses y posteriormente por los romanos, tuvieron su etapa de esplendor en la segunda mitad del siglo XIX y primeras décadas del siglo XX, cuando el distrito fue el mayor productor mundial de plomo. Se calcula que hay alrededor de 1300 labores y algo más de 785 km de galerías, donde aparecen docenas de especies minerales.

Este distrito se considera la localidad tipo de la linarita, sulfato de plomo y cobre (Glocker, 1839).

Alcalá la Real

Cantera de Mures: explotación a cielo abierto de unas dolomías tableadas negras intercaladas en los sedimentos del Keuper (ITGE, 1991). De esta cantera se han recuperado buenos ejemplares de fluorita cristalizada.

Andújar

Yacimientos de cobre y uranio (minas La Virgen y Navalasno): en el municipio jienense de Andújar se localizan algunas labores donde se han explotado varios filones hidrotermales mineralizados con menas de cobre y uranio. En estas minas se ha descrito la presencia de numerosas especies minerales entre las que se pueden destacar: agardita (Y), barita, bornita, cacoxenita, calcantita, calcopirita, calcosina, cuarzo, cuprita, libethenita, malaquita, marcasita, olivenita, pseudomalaquita, torbernita, turquesa y wavelita (García García, 1991a).

Baños de la Encina

Mina El Centenillo: localizada en las proximidades del pueblo homónimo de El Centenillo, esta mina ha sido explotada desde época romana hasta bien entrado el siglo XX. Entre los minerales de interés que se han recuperado en sus galerías se puede significar la galena, que aparece bellamente cristalizada en cubos de varios centímetros de arista (Tamain, 1972).

Cárcheles

Cantera de ofita de Carchelejo: afloramiento ofítico situado en el Cerro de las Culebras, que está siendo explotado para prefabricados de hormigón, capas de rodadura de carretera y balasto de ferrocarril. Entre los minerales encontrados en la cantera destaca la prehnita, por la belleza y calidad estética de sus ejemplares (Palero y Calvo, 2005).

Jaén

Mina Minerama: localizada en el lugar de Puente Tablas, a 5 km de Jaén (Del Valle González y González Cesteros 1990a), se trata del yacimiento donde se han extraído los mejores ejemplares de celestina en España. Estos ejemplares están presentes en numerosas colecciones públicas y privadas

MÁLAGA

Serranía de Ronda: comarca situada en la zona oeste de la provincia de Málaga, que está constituida por 21 municipios, siendo Ronda el que aporta mayor extensión y le da el nombre. Desde el punto de vista minero, la actividad se restringe a alguna explotación de envergadura para el beneficio de grafito, como pequeñas explotaciones artesanales de magnetita, asociadas a los afloramientos peridotíticos. Sin embargo, se ha citado la presencia de platino (Orueta, 1919), uno de los elementos nativos más escasos en la corteza terrestre.

Antequera

Cantera Juanona: yacimiento ofítico localizado a poco más de 1,5 km al sur de Antequera, donde se han recogido ejemplares cristalizados de numerosas especies minerales de interés. Uno de estos minerales es el cuarzo azul, presente en la mayor parte de colecciones y museos españoles. Calderón (1910) señala la existencia en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de un ejemplar de color azul (falso zafiro), procedente de Antequera.

Benahavís

Yacimiento de grafito de Benahavís: es el yacimiento español más importante de grafito y se localiza en la falda este de la Sierra Bermeja, a unos 6 km al NO de Benahavís.

La mineralización se presenta en venas decimétricas sin dirección preferente y en nódulos (Álvarez de Linera, 1851).

Carratraca

Mineralizaciones de níquel de Carratraca: algunos minerales de interés de níquel proceden de Carratraca, en concreto, ya desde principios del siglo XX se señaló la presencia de niquelina en la mena de estas explotaciones (Calderón, 1910).

Estepona

Mina Conchita: yacimiento de wolframio localizado en el paraje de Piedras Recias, que fue intensamente explotado a principios del siglo XX (Romero Silva, 2003). El mineral más interesante extraído de esta mina es la scheelita, que se muestra perfectamente cristalizada en octaedros centimétricos en algunas de las mejores colecciones mineralógicas del ámbito museístico nacional.

Fuengirola

Yacimiento tipo de la suhailita: en esta localidad se ha descrito la suhailita, filosilicato del grupo de las micas que fue encontrado en los taluds de la carretera de Fuengirola a Coín, en las proximidades del Cortijo Ventilla (Ruiz Cruz y Sanz de Galdeano, 2009).

Nerja

Yacimiento de andalucita de Maro: es uno de los yacimientos incluidos en el mapa gemológico de España. La andalucita presenta un color rosáceo claro muy característico, incluida en boudines de cuarzo encajados en esquistos afectados por un metamorfismo regional medio-alto (García Guinea, 1986).

Ojén

Mina La Gallega: importante yacimiento de cromo-níquel en el que se han recogido buenos ejemplares de niquelina, cromita y maucherita. Además, constituye la localidad tipo de la westerveldita, un raro arseniuro de hierro, níquel y cobalto (Oen *et al.*, 1972).

Viñuela

Arroyo de los Montes: en este paraje está citado el antimonio nativo formando vetas entrecruzadas (Calderón, 1910).

SEVILLA

También en la provincia de Sevilla se localiza un yacimiento de ámbito supramunicipal, abarcando parte de los términos municipales de Lora de Río, Peñaflor y Puebla de los Infantes. Se trata de un yacimiento secundario de oro que presenta la particularidad de que sus partículas, siempre muy pequeñas, suelen formar curiosas asociaciones de cristales dodecaédricos (Nogués, 1885).

Cerro del Hierro: Monumento Natural situado entre los municipios de San Nicolás del Puerto y Constantina, dentro del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla. Es un depósito de hierro que fue aprovechado desde época romana, hasta bien entrado el siglo XX. Su interés mineralógico se basa en la presencia de buenos ejemplares de hematites, calcopirita, barita y pirolusita (Del Valle González y González Cesteros 1989).

Yacimientos ofíticos de Sevilla: en la zona sur de Sevilla se localizan una serie de afloramientos ofíticos que han sido canterados para la obtención de áridos. Sin embargo, estos yacimientos también albergan minerales de alto interés y con buena cristalización, entre los que se pueden destacar prehnita, flúorapatito, titanita y ferroactinolita. Las principales explotaciones son:

Cantera Minera I: ubicada en el Cerro del Serrano (Lebrija), presenta todos los minerales de interés de este tipo de yacimientos ofíticos (Foro FMF, 2017, referencia digital).

Cantera Minera II: al igual que en el anterior yacimiento, presenta la mayoría de especies minerales de interés de estas ofitas. Se localiza en el paraje de Cerros del Lobo, dentro del término municipal de Las Cabezas de San Juan (Foro FMF, 2017, referencia digital).

El Castillo de las Guardas

Mina Los Ángeles: yacimiento hidrotermal que presenta una rica diversidad mineralógica donde destacan: arsenopirita, bornita, calcopirita, calcosina, cerusita, cobaltina, covellina, esfalerita, fluorita, galena, hematites, mimetita y tetraedrita (ADARO, 1978).

El Madroño

Mina Santa Flora: en la última década se han visto en colecciones españolas estéticos ejemplares de malaquita y azurita procedentes de este yacimiento (Contramina, 2010, referencia digital).

El Pedroso

Mina Londres: yacimiento de hierro localizado en la Sierra del Pedroso. El mineral más abundante, mena de la explotación es la goethita, que suele presentarse irisada, pero el de mayor interés cristalográfico es la barita, que se presenta en buenos cristales azules (MTI Blog, 2011b, referencia digital), destacando en una matriz oscura de los óxidos de hierro, por lo que constituye ejemplares muy estéticos.

IV.2.2. Yacimientos de Aragón

HUESCA

Benasque

Granito porfídico de los Montes Malditos: en las proximidades del pico Aneto aflora un plutón granítico donde se cita la presencia de espectaculares ortoclasas bien cristalizadas y con buenos tamaños (Dalloni, 1910).

Castejón de Sos

Pico Gallinero: yacimiento con menas de níquel y arsénico que ya era explotado a principios del siglo XX (Calderón, 1910).

Estopiñán del Castillo

Localidad Tipo de la aerinita: este raro piroxeno fue descrito con ejemplares procedentes de esta zona del Pirineo oscense, en concreto del yacimiento de Caserras del Castillo, perteneciente al municipio de Estopiñán del Castillo (Vidal, 1882).

Montanuy

Dique de pórfido de Fonchanina: Fonchanina es un pueblo oscense perteneciente al municipio de Montanuy. En sus proximidades aflora un pórfido con grandes cristales de ortoclasa que ya fue reseñado a finales del siglo XIX (Mallada, 1878).

Panticosa

Yenefrito: yacimiento metálico relacionado con procesos de rifting alpino temprano, en el que entre otros minerales se han citado esfalerita, galena, pirita, arsenopirita y magnetita (Subías *et al.*, 1999).

Plan

Ofitas de Serveto: en las proximidades del pueblo de Serveto, dentro del término municipal de Plan, aflora un pitón ofítico con numerosos silicatos cálcicos y otros minerales entre los que destacan la prehnita (Ascensao *et al.*, 2002).

Sallent de Gállego

Minas Rosario y Elisita: estas minas se encuentran en la carretera de acceso a la frontera Francesa, en el paraje del Portalet. Entre los minerales de interés encontrados destacan la fluorita, cuarzo transparente en pequeñas geodas dentro de la caliza, donbassita rica en litio, talco, calcita y mica moscovita (González López *et al.*, 1993).

San Juan de Plan

Mina San Carlos: yacimiento filoniano localizado en el paraje de Yenefrito, que presenta una mineralización de sulfuros, arseniuros y sulfoarseniuros de Co-(Ni-Cu-Fe) en una ganga ankerítica (Castroviejo Bolibar y Nodal Ramos, 1985).

TERUEL

Ariño

Yacimientos de yeso de Ariño: en este municipio existen varios yacimientos de lignito en los que se han recogido excelentes ejemplares de yeso cristalizado. Los más importantes son la Corta Santa María y el barranco de la Pedurrea (Calvo, 2008).

Azaila

Los Pedreñales: los depósitos terciarios del sur de Zaragoza y del norte de Teruel, presentan en ocasiones grandes nódulos de sílex con cavidades rellenas de hermosos cristales de amatista, junto a sulfatos de calcio y estroncio (Calvo, 2008). Estas *geodas* forman parte de colecciones y museos desde finales del siglo XX cuando fueron localizadas por coleccionistas aficionados en las proximidades del pueblo turolense de Azaila.

La Cañada de Verich

Cantera de caolín de La Cañada de Verich: situada junto al término de Belmonte de San José, es una explotación de la formación Utrillas, donde aparecen excelentes calcitas y asociados al lignito estéticos agregados cristalinos de piritita (Calvo, 2008).

La Zoma

Minas de La Zoma: explotaciones de bario cuyos filones se encajan en las calizas del Muschelkalk. La mina más importantes es El Trébol, que estuvo en activo hasta mediados de los 70 del siglo XX (IGME, 1983).

Lanzuela

Minas de Lanzuela: yacimiento de antimonio que fue trabajado entre 1881 y finales de la década de los 40 del siglo XX. Presenta una metalización compuesta por zinkenita, semseyita, esfalerita y piritita (López Ciriano y Fernández-Nieto, 1990).

Libros

Minas de azufre de Libros: constituye uno de los yacimientos de azufre más notables de España (Calderón, 1910). Estas minas constituyen un importante yacimiento paleontológico en el que destaca la presencia de excepcionales fósiles de rana (Navás, 1922).

Montalbán

Yacimiento de yeso de la Loma de la Cuna: en los barrancos situados al S de este paraje se concentran innumerables cristales de yeso, en ocasiones en agregados *en abeto* (Gascón, 1984).

Ojos Negros

Distrito Minero de Sierra Menera: en la vertiente turolense de Sierra Menera se localiza la corta de Ojos Negros, donde se han recogida excelentes ejemplares de dolomita cristalizada en perfectos romboedros e interesantes aragonitos incoloros (García García, 1991b).

Rubiales

Minas del Collado de la Plata: con esta toponimia se abrió en 1787 una mina de cobre y mercurio, cuya actividad se interrumpió en 1805 y se reanudó durante el periodo de 1825 a 1835 (Gobierno de Aragón, 2007).

Santa Cruz de Nogueras

Mina Virgen del Carmen: esta mina, denominada “Imperial” en el siglo XIX, ha permanecido en explotación intermitente hasta 1982. Los minerales presentes son esfalerita, galena, pirita y calcopirita en gangas de dolomita y cuarzo (López Ciriano *et al.*, 1992).

Segura de Baños

Minas del área de Segura de Baños: se trata de una serie de pequeñas explotaciones de plomo en las que se han recogido ejemplares de galena, esfalerita y minerales de alteración de Pb-Zn, siendo más raro el sulfuro de cinc (Benito *et al.*, 1925).

Teruel

Barranco del Nabo: yacimiento clásico de la teruelita (Muñoz y Piñero, 1951), mineral que es una variedad de la dolomita que resulta característico de los afloramientos del Keuper.

Barranco del Salobral: se trata de otro de los yacimientos más importantes de teruelita localizados en el municipio de Teruel (Arriortua *et al.*, 1981).

Torres de Albarracín

Minas del Torres de Albarracín: en este municipio existen una serie de explotaciones con metalización de pirita ferrocobrizada, cobres grises, galena, malaquita y azurita. Entre estas minas figura La Zarzosa, San Francisco, Carmen y San Juan (IGME, 1981a).

ZARAGOZA

Aladrén

Mina Santo Ángel: situada a poco menos de 2 km al SW del pueblo de Aladrén, presenta una interesante paragénesis con bournonita asociada a brochantita, anglesita y bindheimita (Osácar *et al.*, 1986).

Alpartir

Minas de Alpartir: localizadas en el Cerro Mosán, su interés mineralógico radica en la presencia de tetraedrita, calcoestibina, pirita, arsenopirita, esfalerita, pirrotina, galena y marcasita, así como otros minerales de alteración (García Gil *et al.*, 1988).

Ateca

Minas de Ateca: pequeñas explotaciones sobre un yacimiento de Pb-Sb que se emplaza al sur del término municipal de Ateca, en las proximidades del límite con Carenas. Las más importantes son *Leonor*, *La Carrascosa*, *Jacoba*, *San Luis* y *Aragón*, en cuyas escombreras

se han recuperado ejemplares de numerosas especies, destacando heteromorfitas, galena, bournonita y barita (Benito García *et al.*, 1988).

Biel

Minas de Biel: localizadas unos 3 km al NE del pueblo de Biel, suponen la deposición de minerales de cobre procedentes del lixiviado de un yacimiento primario desaparecido. Los minerales de interés presentes en el yacimiento son cobre nativo, malaquita, cuprita y calcosina (Subías *et al.*, 1989).

Bubierca

Mina de La Pedraza: interesante yacimiento de sulfuros con presencia de pirita, esfalerita, galena, calcopirita, calcosina y covellina (Gutiérrez Maroto y Monseur, 1980).

Calatayud

Yacimiento de epsomita de Calatayud: se trata de dos cuevas situadas en la carretera de Soria y a unos 2 km de la población, donde ya desde mediados del siglo XIX se describió la presencia de penachos de epsomita de longitudes en torno al medio metro (Lasala, 1854).

Calcena

Minas de Calcena: complejo constituido por más de 20 minas situadas en el barranco de Valdeplata, de las cuales la más importante es la mina Ménsula. El mineral más interesante que aparece en estas minas es la tenantita, con discretas concentraciones de plata y antimonio (Subías *et al.*, 1994).

Fombuena

Minas de Fombuena: en la concesión San José existen varias minas que fueron explotadas por los árabes, siendo su época de mayor esplendor durante el siglo XIX. Los minerales presentes son calcopirita, galena, azurita, malaquita y cerusita (IGME, 1981a).

Fuentes de Ebro

Yacimiento de yeso de Fuentes de Ebro: canteras de alabastro en las que se han recuperado excepcionales ejemplares de yeso selenita (Catmur, 1993).

Monterde

Yacimiento de aragonito de Los Cerrillos: afloramiento de arcillas del Keuper donde aparecen distintos tipos de maclas pseudo hexagonales de aragonito, siendo el yacimiento más importante de Aragón para este mineral (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Puebla de Alborn

Cantera Macondo: explotación a cielo abierto para la extracción de caliza, donde se han recogido excelentes ejemplares de calcita con macla en mariposa (Calvo, 2008).

Remolinos

Minas de sal de Remolinos: son las explotaciones más importantes de halita en Aragón en las que se cita la existencia de un cubo de halita de más de 17 kg (Calderón, 1910).

Tierga

Mina Santa Rosa: enclavada junto al Barranco del Judío, explota un importante depósito de hematites con siderita, dolomita, cuarzo, calcopirita y malaquita (Calvo, 2008).

Tobed

Minas de barita de Tobed: en este municipio se han explotado varias minas de barita siendo las más importantes mina Alfonso y Ampliación a Alfonso cuyas labores se encuentran sobre otras anteriores de cobre (IGME, 1983).

IV.2.3. Yacimientos de Canarias

LAS PALMAS

Fuerteventura

Yacimiento de ceolitas de Tindaya: en las proximidades de Tindaya, a unos 2 km al sureste de la montaña sagrada, se encuentran interesantes rellenos de cavidades con natrolita, chabasita y analcima (Ertl, 2009).

Yacimiento de olivino de Corralejo: afloramiento en el que el olivino forma parte de los enclaves duníticos de los basaltos, constituyendo unos de los yacimientos incluidos en Mapa Gemológico de España (García Guinea, 1986).

Gran Canaria

Localidad Tipo de la Moganita: en el sur de la isla de Gran Canaria, en el término municipal de Mogán, se describió la moganita, un polimorfo del cuarzo de origen volcánico (Miehe y Graetsch, 1992).

Yacimiento de ceolitas de San Nicolás de Tolentino: junto a la carretera de Mogán a San Nicolás de Tolentino, no lejos de la Finca Santa Luisa, se encuentran analcimas y chabasitas bien cristalizadas (Ertl, 2009).

Lanzarote

Playa de las Coloradas: en cavidades de los afloramientos de la Playa de las Coloradas, dentro del término municipal de Yaiza, se han recogido excelentes cristales de ceolitas y otras especies minerales, destacando natrolita, chabasita, thomsonita y calcita (Ertl, 2009).

Yacimientos de olivino de la isla de Lanzarote: en Lanzarote existen importantes yacimientos de olivino, concretamente de la especie forsterita. Los ejemplares más hermosos se localizan en las Montañas de Fuego del pueblo de Mácher y en Montaña Colorada, de Tías (Ertl, 2009).

SANTA CRUZ DE TENERIFE

Tenerife

Montaña Ayosa: en esta elevación orográfica, divisoria entre los términos de Arafo y La Orotava, se han recogido buenos cristales idiomorfos de augita y hornblenda (Ertl, 2009).

La Palma

Yacimientos de haüyna de La Palma: en las andesitas del arrecife a sur de Los Llanos, en Los Roques, en la zona de la Cumbre y en Los Campanarios, próximo al pueblo de Jedey, se han encontrado excelentes ejemplares de haüyna (Ertl, 2009).

IV.2.4. Yacimientos de Cantabria

Camaleño

Minas de Áliva: explotaciones de zinc localizadas en los Picos de Europa, entre la sierra de Juan de la Cuadra y la Llomba del Toro. La más importante es la mina de Las Mánforas, donde se ha recolectado uno de los minerales españoles de mayor proyección internacional, la esfalerita en su variedad de *blenda acaramelada*. Según Calderón (1910), algunos ejemplares de los Picos de Europa son dignos de especial mención a causa del tamaño y hermosura de sus cristales.

Camargo

Cantera Candesa o Verdenueva: explotación de calizas para áridos en la que se han encontrado buenos ejemplares de calcita (El Mineral Digital, 2011, referencia digital).

Cartes

Mina Mercadal: yacimiento de cinc donde se han recogido excelentes ejemplares de marcasita cristalizada en “crestas de gallo”. Otros minerales presentes en la mina son: calcita, dolomita, esfalerita y yeso (MTI Blog, 2009a, referencia digital).

Herrerías

Minas de La Florida: se localizan en la Sierra del Escudo, a 20 km al sur de San Vicente de la Barquera y se trata de un grupo de minas comunicadas entre sí por galerías (La Florida, Lacuerre y Cereceo). El interés mineralógico se basa en la presencia de ejemplares cristalizados de esfalerita, galena, pirita, calcita, dolomita y aragonito (Jordá Bordehore, 1992).

Laredo

Yacimiento de azufre de Laredo: en los acantilados al este de Laredo se localiza un interesante indicio de azufre asociado a celestina en nódulos calcáreos que ya era conocido a principios del siglo XIX (Gallardo Fernández, 1808).

Peñarrubia

Mina Hozarco: mineralización de Zn-Pb-Cu-Hg ubicada en el desfiladero de la Hermida, en el pueblo de Piñeres. Entre los minerales de interés que se encuentran en la mina, uno de los significativos es el cuarzo, al presentarse en grandes drusas (García García, 1994).

Reocín

Mina de Reocín: Este yacimiento se incluye dentro de uno de los contextos geológicos de relevancia internacional definidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). Está emplazado unos 2 km al sur del pueblo de Puente San Miguel, capital del municipio de Reocín. Aunque presenta una paragénesis relativamente sencilla, con sulfuros de plomo, hierro y zinc, la perfección de los ejemplares cristalizados de marcasita procedentes del yacimiento, hace que sea una localidad clásica de la mineralogía española (Carrasco Martiáñez *et al.*, 1995).

Udías

Mina Hermosa (mina Sel del Haya): yacimiento de cinc localizado en el paraje de Celcebaya, en el que se han recuperado buenos cristales de calcita, dolomita, esfalerita, galena, hemimorfita, hidrocincita, plattnerita y smithsonita (MTI Blog, 2009b, referencia digital).

V.2.5. Yacimientos de Castilla-La Mancha

ALBACETE

Hellín

Minas de azufre de Hellín: el azufre de estas minas fue utilizado por griegos y romanos, pero es a partir del siglo XVI cuando se constituye el poblado minero que permitió la explotación del yacimiento hasta la segunda mitad del siglo XX. Junto al valor histórico del distrito minero, se suma el interés de los ejemplares cristalizados de azufre (Jiménez Martínez *et al.*, 2012b).

Volcán de Cáncarix: Este yacimiento se incluye dentro de uno de los contextos geológicos de relevancia internacional definidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). Se trata de un afloramiento volcánico ultrapotásico donde se han descrito especies minerales de alto interés, destacando la roedderita (Salvioli-Mariani y Venturelli, 1996). Las

rocas lamproíticas que afloran en este volcán reciben el nombre de “Cancaritas”, en referencia al pueblo donde se localizan.

Yacimiento de ópalo del embalse de Camarillas: unos 4 km al sur del pueblo de Agramón se localiza un yacimiento de diatomitas dentro de un nivel margoso, en el que se han recogido abundantes ópalos melinitos con caprichosa morfología (Jiménez Martínez *et al.*, 2012b).

CIUDAD REAL

Dentro de la provincia de Ciudad Real se han seleccionado 3 entidades supramunicipales de interés mineralógico: los distritos mineros de Almadén y del Valle de Alcudia y la región volcánica de Campo de Calatrava.

Distrito minero de Almadén: este distrito es considerado el yacimiento de mercurio más importante del mundo para este metal, tratándose de un caso extraordinario en la corteza terrestre, lo que le convierte en un lugar de interés geológico de relevancia internacional (García-Cortes, 2008). No en vano, estas minas representan el 35% de los recursos extraídos y existentes de mercurio en el planeta (Palero, 2002). Explotado desde hace 2.500 años, el distrito consta de una serie de minas donde las paragénesis incluyen entre otros minerales cinabrio, metacinabrio, calomelano, pirita, barita, dolomita y mercurio nativo.

Las explotaciones más importantes se localizan en dos términos municipales: Almadén (mina de Almadén y de Las Cuevas) y Almadenejos (minas de La Concepción y El Entredicho).

Almadén

Mina de Almadén: de esta mina proceden la mayoría de los ejemplares de cinabrio que forman parte de colecciones y museos, siendo éste uno de los minerales más emblemáticos de la mineralogía española.

Mina Las Cuevas: en esta mina, redescubierta en 1774 aunque de probable origen romano, el cinabrio se presenta raramente cristalizado, tratándose de masas espáticas fácilmente exfoliables y de gran espectacularidad.

Almadenejos

Mina El Entredicho: explotación a cielo abierto de cuarcitas impregnadas con cinabrio, localizada a unos 2 km al este de Almadenejos. De esta explotación, que estuvo en activo hasta 1997, se obtuvieron estéticos cristales de cinabrio, metacinabrio y calomelano.

Mina La Concepción: en esta mina se ha citado la presencia de cristales de fluorita acompañando al cinabrio, asociación puntual de extremada rareza en el distrito. También es destacable el hecho histórico referido por Felipe Naranjo y Garza acerca de que durante los trabajos de explotación en una galería, se pinchó una bolsada de mercurio nativo que estuvo

manando a modo de fuente durante varias semanas sin interrupción (Naranjo y Garza, 1862).

Distrito minero del Valle de Alcudia: este distrito minero de la provincia de Ciudad Real constituye una importante entidad supramunicipal de alto interés mineralógico.

Se encuentra situado al suroeste de la provincia, ocupando una superficie de unos 2.500 km². Limita al norte con las comarcas de Montes Norte y Campo de Calatrava, al sur con las comarcas andaluzas de los Pedroches y Sierra Morena, al oeste con Montes Sur y al este con Campo de Calatrava e incluye total o parcialmente los términos municipales de Abenójar, Almodóvar del Campo, Brazatortas, Cabezarados, Cabezarrubias del Puerto, Calzada de Calatrava, Fuencaliente, Hinojosas de Calatrava, Mestanza, Puertollano, San Lorenzo de Calatrava, Solana del Pino, Villamayor de Calatrava y Villanueva de San Carlos. Entre los principales yacimientos donde se han recogido ejemplares de interés destacan las siguientes (Palero Fernández, 1991):

Almodóvar del Campo

Mina de La Veredilla: localizada a unos 3 km al sur del pueblo de Veredas, dentro del término municipal de Almodóvar del Campo. Conserva una potente escombrera con minerales de plomo y zinc, destacando la piromorfita bellamente cristalizada en prismas hexagonales.

Mina Tres Ventas: explotación situada unos 9 km al oeste de Brazatortas, presenta una escombrera con excelentes muestras de la mineralización.

Minas de El Horcajo: el yacimiento se sitúa en el paraje homónimo de El Horcajo, al sur del municipio de Almodóvar del Campo. De estas minas proceden las piromorfitas más famosas del mundo (Sáinz de Baranda *et al.*, 2004), que están representadas en las mejores colecciones minerales de ámbito internacional.

Brazatortas

Minas de La Romanilla: zona minera situada unos 5 km al SO de Brazatortas, conserva unas importantes escombreras con mineralogía de interés, destacando esfaleritas y dolomita/ankeritas cristalizadas.

Mina del Garbanzal: localizada unos 2,5 km al este de La Romanilla, esta mina es uno de los pocos yacimientos del distrito donde la mena es principalmente cuprífera, destacando los ejemplares de malaquita de alto interés.

Cabezarrubias del Puerto

Mina de La Jarosa: explotación localizada a 3 km al este de Cabezarrubias del Puerto en la que se puede observar un socavón accesible con buen corte geológico y algunos cuerpos mineralizados con sulfuros.

Mina La Petaca: ubicada unos 9 km al NO del pueblo, en un meandro del río Tablillas. Presenta una enorme escombrera en la que se pueden recolectar sulfuros de plomo y de zinc, donde destacan ejemplares cristalizados de esfalerita y carbonatos de hierro y magnesio.

Mina Pepita: localizada a casi 2 km al NO de la mina de La Petaca y a 9 km al SO de Cabezarrubias del Puerto. En esta mina se puede observar un espectacular afloramiento de la estructura mineralizada.

Minas del General: situadas unos 5 km al oeste de la población, conservan unas potentes escombreras donde se han recogido excelentes ejemplares de piromorfita y cerusita.

Calzada de Calatrava

Minetas de la Peña del Águila: pequeñas labores mineras que sin embargo suponen una curiosa mineralización de esfalerita en rocas carbonatadas. Entre las especies que aparecen, además del sulfuro de zinc ya comentado, son galena, cerusita, dolomita y cuarzo.

Hinojosas de Calatrava

Mina de Las Simonas: yacimiento situado unos 4 km al SO de Hinojosas de Calatrava, en la horquilla formada por la intersección de los arroyos del Sandoval y del Pozarrón. En sus escombreras se pueden observar excelentes muestras de la mineralización, principalmente esfalerita, galena y boulangerita.

Mestanza

Mina 3^{er} Robledillo: enclavada a poco más de 2,5 km al SO del poblado de Solanilla del Tamaral, a orillas del río Robledillo y en las estribaciones de la Sierra Morena. Conserva algunos indicios romanos, lo que unido a la espectacularidad de los afloramientos de la estructura mineralizada, hace que ostente un alto interés patrimonial.

Mina El Burcio: localizada a poco más de 7 km al SE de Mestanza, presenta un buen afloramiento filoniano, con algunos minerales de interés entre los que se encuentran algunos sulfuros de plomo y zinc y sus alteraciones y carbonatos de hierro y magnesio.

Mina Felisa: explotación emplazada unos 3,5 km al NE de Mestanza, en las estribaciones de la Sierra de Puertollano. Su interés radica en la presencia de un buen afloramiento filoniano y una escombrera con muestras de la mineralización, constituida por esfalerita y galena en la mena y dolomita/ankerita en la ganga.

Mina María Aurora: esta mina ubicada unos 6 km al NNE del pueblo de Solanillo del Tamaral, muestra un magnífico filón mineralizado, con buenos ejemplares de galena.

Mina La Perdiz: situada a 1 km al SO de la mina El Burcio presenta, al igual que aquella, un buen afloramiento filoniano.

Mina Santa Bárbara: también llamada *Mina del Rasillo*, se localiza unos 2,5 km al SE de Mestanza, en las proximidades de la carretera a San Lorenzo de Calatrava. En sus escombreras se han recuperado excelentes muestras de la mineralización, constituida por minerales de plomo y zinc.

Minas de Los Pontones: grupo minero enclavado en el sector meridional del municipio de Mestanza, a poco más de 1 km al SE del poblado de Solanilla del Tamaral. Su socavón es accesible y permite la observación de algunos cuerpos mineralizados.

Minas del Guijo: conjunto de explotaciones localizadas a poco más de 7 km al SE de Mestanza, donde se pueden reconocer buenos afloramientos filonianos, con ejemplares de algunos minerales de interés tanto de la mena sulfurada, como de la ganga carbonatada.

Minas Puntal y La Nava: emplazadas unos 3 km al sur de Solanilla del Tamaral, en las estribaciones de Sierra Morena. Muestra unos espectaculares afloramientos filonianos.

Solana del Pino

Mina de La Nava: localizada a poco más de 3 km al SO de Solana del Pino, presenta una curiosa estructura mineralizada y excelentes muestras de la mineralización en la escombrera.

Mina Diógenes: es una de las explotaciones de galena más importantes del distrito. Se enclava en el vértice NO del término de Solana del Pino y muestra una mineralogía muy espectacular, lo que unido a los restos de labores mineras romanas y de otras épocas, hacen que posea un alto valor patrimonial.

Villamayor de Calatrava

Minas de San Quintín: constituyeron el principal centro de explotación de minerales de plomo y zinc del distrito. Se localizan en el extremo accidental del término de Villamayor de Calatrava, en el límite con Cabezarados. En sus escombreras se pueden recoger buenas muestras de la mineralización, lo que unido a los restos del laboreo que se conservan, aportan un alto interés patrimonial al complejo.

Región volcánica de Campo de Calatrava: la región volcánica del Campo de Calatrava (también llamado Provincia Volcánica de Calatrava) constituye una de las zonas de vulcanismo reciente más importantes de la Península Ibérica (Ancochea Soto, 1982). Su actividad se desarrolló entre hace 8,7 y 1,75 millones de años, es decir, durante el Plioceno y el Cuaternario. Es, por tanto, una actividad relativamente reciente, lo que ha permitido que los edificios volcánicos conserven en buena parte su morfología original, y sus productos se hayan preservado en buenas condiciones de observación hasta la actualidad.

La región volcánica tiene una extensión total de unos 5.000 km², limitada por las alineaciones montañosas de los Montes de Toledo al norte, el Valle de Alcudia y Sierra Morena al sur, Río Frío al oeste, y las fracturas que por el este definen su límite en una línea

norte-sur, situada a poniente de la ciudad de Valdepeñas, localizándose las últimas manifestaciones eruptivas en Santa Cruz de Mudela y Viso del Marqués. Incluye alrededor de 300 edificios volcánicos diferenciados. Algunas de las principales localidades que quedan incluidas dentro del área son Almagro, Almodóvar del Campo, Ballesteros de Calatrava, Bolaños de Calatrava, Cabezarados, Ciudad Real, Daimiel, Granátula de Calatrava, Miguelturra, Poblete, Puertollano y Valenzuela de Calatrava.

En los numerosos volcanes de la región, así como en algunas mineralizaciones asociadas, se han descrito gran cantidad de especies minerales de interés destacando: aragonito, calcita, ettringita, forsterita, gismondina, gonardita, hornblenda, kaersutita, levyna, litioforita, nefelina, óxidos de manganeso, phillipsita, thaumasita, thomsonita y tobermorita.

Almuradiel

Mina Nazarena: yacimiento de sulfuros en el que destaca la presencia de minerales de antimonio de alto interés como estibina, berthierita, antimonio nativo, valentinita y cervantita (Gumiel, 1983).

CUENCA

Enguítanos

Barranco de la Escarabehuela: es uno de los yacimientos españoles de aragonito del Keuper de mayor interés, ya que además de presentar ejemplares de las morfologías y colores típicos para la especie, ha proporcionado un gran número de muestras de colores verdosos y amarillentos, lo que supone una rareza para la especie (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Barranco del Enebral: de este yacimiento de aragonitos del Keuper proceden los mejores ejemplares a nivel mundial para esta variedad, que fueron comercializados durante décadas como procedentes de Minglanilla (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

La Almarcha

Cerro de San Bartolomé: depósito yesífero localizado a poco más de un kilómetro al este de La Almarcha, en el que los cristales de yeso se agrupan formando espectaculares agregados cristalinos en forma de “rosas” (Jiménez Martínez *et al.*, 2012b).

La Pesquera

Minas de la Rambla Salá: explotación de un domo salino ubicado al techo del Keuper, en cuyas proximidades se localiza uno de los yacimientos clásicos de aragonito más conocido tanto a nivel nacional como internacional, que ha aportado numerosos ejemplares a colecciones y museos (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Barranco de los Boquerones: yacimiento de aragonitos donde los ejemplares recolectados presentan una importante diversidad de morfologías, tamaños y colores, lo que le convierten en uno de los más importantes a nivel nacional (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Minglanilla

Los Molinillos: yacimiento localizado a unos dos km al SE de Minglanilla destaca por la presencia de excelentes agregados compuestos por varias maclas pseudohexagonales de aragonito con buen brillo y colores pardos, presentando frecuentemente zonados en tonos violetas hacia el centro de las maclas (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Los Yesares: topónimo que recibe el lugar donde se han recogido buenos ejemplares e aragonitos del Keuper, tanto en maclas pseudohexagonales de tonos violetas como en piñas y agregados esféricos de maclas (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Pino de la Vacariza: paraje donde los aragonitos del Keuper adquieren, en ocasiones, un espectacular zonado en tonos rojizos y violetas (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

GUADALAJARA

Afloramiento andesítico del Alto de las Peñas: este afloramiento volcánico se localiza al norte de la provincia de Guadalajara (Ancochea *et al.*, 1975), e incluye parte de los términos municipales de Atienza y La Miñosa. Su interés mineralógico se basa en la presencia de varios tipos de ceolitas y otros silicatos.

Corduente

Mina San Juan: explotación de barita localizada en el paraje de la Peña Corva, en Arangoncillo, consistente en dos galerías y varios pozos. La barita se presenta en buenos cristales translúcidos acompañando a carbonatos y óxidos de hierro.

El Cardoso de la Sierra

El Zahurdón: desde que se publicó el trabajo *Minerales de España* de Salvador Calderón, este paraje es considerado la localidad tipo para la andalucita (Calderón, 1910). Este autor señala que los ejemplares que sirvieron para la descripción de la especie procedían de este yacimiento, aunque erróneamente se había creído que se localizaba en Andalucía.

El Ordial

Minas de oro de la Nava de Jadraque: en este pueblo de la sierra norte de Guadalajara se localizan una serie de explotaciones romanas donde se han recuperado algunos ejemplares de oro nativo (Calderón, 1910).

Hiendelaencina

Minas de Hiendelaencina: se han agrupado bajo este nombre una serie de explotaciones mineras para la obtención de plata, localizadas en este término municipal. Desde su

descubrimiento en 1844, estas minas han destacado por la presencia de una mena argentífera constituida por minerales como plata nativa y diversas sulfosales de este metal, destacando la freieslebenita y la pirargirita. Su interés mineralógico no reside tan sólo en la presencia de estos minerales de plata, sino en la diversidad mineralógica que presenta, ya que se han identificado más de medio centenar de especies procedentes de sus pozos y escombreras (Cuesta Bustillo *et al.*, 1995).

Luzón

Yacimiento de aragonito del Cerro de los Frailes: afloramiento de margas yesíferas del Keuper localizado a medio kilómetro al oeste de la población, donde los aragonitos tienen la particularidad de presentarse a menudo en color negro, lo cual resulta una rareza para la especie (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Molina de Aragón

Morro Gorrino: yacimiento histórico de aragonito, donde sus maclas presentan un curioso apuntamiento de los cristales, conformando agregados muy estéticos (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Río Gallo: se menciona la existencia de este yacimiento en un trabajo de mediados del siglo XVIII, en el cual se señala la existencia de grandes cantidades de cristales “hexágonos” localmente llamados torrecillas (Torrubia, 1754), que posteriormente serían denominados aragonitos. Este yacimiento ha suministrado ejemplares a los coleccionistas de todo el mundo durante más de doscientos años, incluyendo los que a finales del siglo XVIII se utilizaron para el estudio científico de la especie (Jiménez Martínez *et al.*, 2005). Se trata de la localidad tipo para el aragonito.

Pardos-Herrería

Mina Estrella: mina de cobre situada a unos 3 km al SO de Pardos, en las proximidades del cerro de Majadillas, donde se ha descrito la presencia de una treintena de especies minerales. Entre ellas destacan los carbonatos de cobre, azurita y malaquita, que son muy abundantes en el yacimiento y algunos arseniatos como la bayldonita y la clinoclasa (Sáinz de Baranda y Viñals, 2007).

Setiles

Mina Carlota: explotación a cielo abierto de una mena ferrífera, localizada en la ladera oeste de la Sierra Menera. Entre los minerales de interés que se han recuperado en sus cortas destacan la dolomita, cristalizada en bellos romboedros tapizando geodas, aragonito, calcita, goethita, hematites, siderita y cuarzo (Jiménez Martínez *et al.*, 2012b).

Sigüenza

Yacimiento de aragonito del anticlinal del río Dulce: en las margas triásicas que afloran en la vega del río Dulce, entre los pueblos de La Cabrera y Pelegrina, se localizan varios yacimientos de aragonito de alto interés mineralógico. Así, en los afloramientos más cercanos a La Cabrera, se han localizado ejemplares con una curiosa morfología estrellada, mientras que en el sector de Pelegrina es el tamaño de los aragonitos (hasta 8 x 5 cm) lo que aporta interés a los ejemplares (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Tordelrábano

Yacimiento de geodas de óxidos de hierro de Tordelrábano: en las cercanías de Tordelrábano y dentro de un nivel de lutitas rojas del Buntsandstein, de edad Triásico Inferior, existen unos nódulos carbonatados procedentes de anhidrita, con buenos cristales de hematites y goethita (Bustillo *et al.*, 1999).

TOLEDO

Minas de oro de Buenasbodas: con este nombre se denominan una serie de labores de origen romano, que se localizan en la falda sur de la Sierra Jaeña, concretamente en los municipios de La Nava de Ricomalillo y Sevilleja de la Jara, a unos 2 km al norte de la población de Buenasbodas. Ejemplares de oro nativo de este yacimiento se pueden observar en los principales museos españoles, citándose como ejemplo, una brecha cuarzo-ferruginosa, con laminillas de oro muy rojizo que se encuentra en el Museo de la Escuela de Minas de Madrid (Calderón, 1910).

Aldeanueva de San Bartolomé

Mina Potosí: yacimiento de interés mineralógico que fue explotado para el beneficio del cobre, pero que cuenta también con paragénesis de bismuto y estaño. Entre estos minerales cabe destacar libethenita, pseudomalaquita, mrázekita, bismutita y casiterita.

Madridejos

Minas de plomo y bario: en este término se localizan una serie de explotaciones con unas paragénesis monótonas pero de variada diversidad mineralógica con minerales de plomo, bario, arsénico, vanadio y cobre. Entre las principales minas destacan Santa Bárbara y Ángel de mi Guarda (López Jerez y Jiménez Martínez, 2013).

Mazarambroz

Minas del Guajaraz: en estas minas se benefició un importante yacimiento de Pb-Zn-Ag donde se han recogido numerosos ejemplares de interés, destacando algunos sulfuros y carbonatos (IGME, 1971).

Pantoja

Yacimiento de aragonito de Pantoja: los ejemplares de aragonito se encuentran dispersos en varias canteras de arcilla cerámica de la comarca de La Sagra, al sur de la localidad de Pantoja. Las muestras obtenidas constituyen agregados esféricos de cristales aciculares configurando llamativos ejemplares de alto valor estético (García, 2004).

San Pablo de los Montes

Yacimiento de magnetita de San Pablo de los Montes: las magnetitas de esta localidad son un clásico de la mineralogía española, estando representadas en algunos de los mejores museos públicos españoles. El yacimiento se circunscribe a varios afloramientos donde el granito de la zona intruye en las *Calizas de los Navalucillos*, produciendo una aureola de metasomatismo de contacto (López Jerez y Jiménez Martínez, 2011).

Mina de Garbín: localizada en la falda norte del Morro Viñas, se trata de una pequeña explotación prácticamente cubierta por la vegetación que explotó un depósito de skarn para el beneficio de hierro y cobre (López Jerez y Jiménez Martínez, 2011). La paragénesis mineral presenta especies de alto interés como hulsita, magnesiohulsita y schoenfliesita.

Toledo

Fuente de los Jacintos: se trata de un yacimiento de granate almandino que se localiza unos 2 km al oeste de Toledo, en el interior de un recinto monacal próximo a la Dehesa de San Bernardo. El yacimiento fue reseñado desde principios del siglo XVII, por lo que presenta un alto valor histórico (Jiménez Martínez *et al.*, 2012a)

Villarrubia de Santiago

Mina El Castellar: yacimiento evaporítico donde se han explotado sulfatos sódicos, siendo la localidad tipo de la glauberita (Brogniart, 1808).

IV.2.6. Yacimientos de Castilla y León

Yacimiento de yesos del Mioceno Superior: se trata de una facies de hasta 15 m de potencia constituida por dolomías o margas dolomíticas con megacristales de yeso. Estos cristales se agrupan en 6 tipos (ITGE, 1997):

- 1) cristales simples de hábito lenticular de entre 2 y 20 cm.
- 2) maclas de contacto según (101) de entre 2 y 10 cm.
- 3) maclas de penetración según (100) de dos individuos del tipo 1, de entre 2 y 8 cm.
- 4) rosas de yeso de entre 10 y 30cm.
- 5) agregados múltiples de alrededor de 15 cm.
- 6) maclas según (100) de dos individuos en “cuchilla de afeitar” de entre 2 y 15 cm.

Este nivel aflora en numerosos lugares en las provincias de Valladolid y Palencia por lo que sólo se reseña el yacimiento de Hornillos de Cerrato, propuesto LIG de interés mineralógico en la memoria del mapa geológico (ITGE, 1997).

ÁVILA

Cardeñosa

Pegmatita de Los Perdigueros: unos 200 m al NE de Cardeñosa se localiza una pequeña explotación para moscovita en la que se han recogido buenos ejemplares de chorlo y cuarzo rosa (Foro FMF, 2011b, referencia digital).

El Barraco

Yacimiento de PB-Zn de El Barraco: en la cola norte del embalse del Burguillo, formada por el río de la Gaznata, existen una serie de labores (mina Caridad y minas del Cerrillo Altío y del Prado de la Aldehuela), donde se han recogido buenos ejemplares de esfalerita, galena, arsenopirita, malaquita y azurita (Del Valle González y González Cesteros 1998).

El Losar del Barco

Mina Santa Manolita: yacimiento filoniano de Pb-Zn (IGME, 1974), en el que se cita la presencia de esfalerita, calcopirita y galena, ésta última bien cristalizada.

Navalonguilla

Yacimiento de Pb-Zn de la Garganta de los Caballeros: aunque no hemos observado ejemplares en colecciones, existe una referencia de finales del siglo XIX que aportan un valor histórico y metalogénico al yacimiento: “el criadero más importante de mineral de plomo que hay en la provincia, se halla en la parte alta de la garganta de los Caballeros” (Martín Donayre, 1879).

Peguerinos

Yacimiento de Sn-W de Peguerinos: en esta localidad abulense se localizan una serie de labores para el beneficio de menas de Sn-W donde se han recogido ejemplares de casiterita y wolframita. Las minas más importantes son Pepita, San Gregorio, Guadarrama y Péndulo (Del Valle González y González Cesteros 1998).

BURGOS

Belorado

Yacimiento de manganeso de Puras de Villafranca: la presencia de pirolusita en Puras de Villafranca se conoce desde finales del siglo XVIII (Herrgen, 1799b).

Cerezo de Río Tirón

Yacimiento de sulfato sódico de Cerezo de Río Tirón: se trata de uno de los yacimientos españoles más importantes de sulfato sódico, donde la glauberita se presenta bien cristalizada (Menduiña *et al.*, 1984)

Condado de Treviño

Yacimiento de celestina de Treviño: en las proximidades del pueblo de Treviño, concretamente en los parajes de Laño y Cucho se han recogido interesantes geodas silicificadas con celestina y calcita (Foro FMF, 2008c, referencia digital).

Merindad de Río Ubierna

Montes de Ubierna: en esta zona montañosa del norte de la provincia de Burgos se ha citado la presencia de yacimientos de aragonito de interés desde principios del siglo XX (Castro, 1919). Los aragonitos, en ocasiones, presentan una curiosa morfología en “copo de nieve o cristal de hielo” (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Monterrubio de la Demanda

Yacimiento de cobre de Monterrubio: en este municipio de la Sierra de la Demanda se ha explotado un yacimiento de cobres grises en varias labores mineras, siendo la de mayor importancia la mina Buena Precaución (Diputación Provincial de Burgos, 2007, referencia digital).

Pancorbo

Yacimiento de yeso de Pancorbo: en las proximidades de esta localidad burgalesa afloran varios niveles de yeso fibroso de color blanco y brillo intenso. A pesar de ser un mineral bastante común, se ha seleccionado este yacimiento como característico de esta variedad de yeso.

Pineda de la Sierra

Mina Carmina: yacimiento de Pb-Zn en el que la esfalerita está acompañada de ankerita, cuarzo y algo de galena (Ibáñez *et al.*, 1993).

Mina Monterrubio: yacimiento de cobre en el que se han descrito minerales como calcosina, covellina, tenorita, anilita, djurleíta, malaquita y azurita (Diputación Provincial de Burgos, 2007, referencia digital).

Salinillas de Bureba

Afloramiento del Keuper de Salinillas de Bureba: en las proximidades del santuario de Santa Casilda y a techo del Keuper, se han recolectado notables ejemplares de aragonito, de hábito pseudo hexagonal tabular, de buen tamaño y brillo. Estos aragonitos son conocidos en la zona como “Piedras de Santa Casilda” (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

Tubilla del Agua

Yacimiento de cuarzo de Tubilla del Agua: yacimiento localizado a escasos 2 km al sur de Tubilla del Agua, en el que dentro de una serie carbonatada del Cretácico Superior se han encontrado numerosas geodas de cuarzo pseudomorfo de anhidrita (Elorza y Rodríguez-Lázaro, 1984).

Villasur de Herreros

Mina Santa Rufina: mineralización de plomo-antimonio localizada en las proximidades del embalse del Arlanzón, a poco más de 4 km al SE del pueblo de Urrez. Es uno de los yacimientos españoles más importantes de boulangerita, que se presenta junto a bournonita, estibina y galena (Gumiel y Vindel, 1983).

LEÓN

Burón

Mineralización de Burón: conjunto de pequeñas explotaciones con una paragénesis constituida por arsenopirita, glaucodot, gudmundita, pirita, pirrotina, maucherita, oro, antimonio y bismuto nativos, berthierita, aurostibita y greigita (Paniagua *et al.*, 1987).

Cármenes

Mina Divina Providencia: localizada en la aldea de Villanueva de Pontedo, se trata de la localidad tipo para la villamaninita, pero además presenta una curiosa mineralogía de Ni-Cu-As-Fe-U-Ca, entre los que se pueden significar la clausthalita, gersdorfit, penroseíta, siegenita, talnakhita, tienmannita y tyrrellita (Matías, 1996).

Mina San Gregorio: interesante yacimiento situado en las proximidades del pueblo de Valverdín que presenta una paragénesis constituida por arsénico nativo, rejalg, oropimente, estibina, pirita, arsenolita y calcita (MTI Blog, 2011d, referencia digital).

Corullón

Cantera de Dragonte: explotación de caliza a cielo abierto en la que se han recogido unos interesantes cristales de calcita de en crecimiento en paralelo (Foro FMF, 2010a).

Maraña

Mineralización de Riosol: este yacimiento se encuentra en las proximidades de los puertos de Tarna y Señales, siendo las labores más importantes las minas Carmina y Escarlati. La mineralización está formada por cinabrio, fluorita, estibina y berthierita (Del Valle González y González Cesteros, 1998).

Ponferrada

Mina Virgen de la Encina: la aureola próxima al Plutón de Ponferrada es rica en yacimientos de wolframio donde se pueden recoger buenos cristales de scheelita, wolframita, cuarzo,

fluorita y algunos sulfuros. Una de las explotaciones de mayor interés es la mina Virgen de la Encina, situada a unos 300 m al este de Villar de los Barrios (Arribas Rosado, 1983).

Puebla de Lillo

Mina La Respina: es una de las minas de talco más importantes de nuestro país, en la que además de este mineral se han encontrado buenos cristales de pirita, dolomita y excelentes ejemplares de cuarzo hialino (Del Valle González y González Cesteros, 1998).

Santiago Millas

Cantera del Moro: explotación a cielo abierto de meta-areniscas rojas que se utilizaron en la fabricación de sillares para la catedral de Astorga, que presentan unas curiosas anatasas cuyo color verde las convierte en una rareza para la especie (Jiménez Martínez *et al.*, 2009).

Sobrado

Mina Antonina: mineralización de Pb-Zn asociada a la caliza de Vegadeo que dio lugar a 4 concesiones: Antonina, Nieves I, Nieves II y María Luisa (IGME, 1980a). Entre los minerales de interés procedentes de este yacimiento que se observan en colecciones y museos destacan: rosasita, auricalcita, hemimorfita, aragonito y smithsonita.

PALENCIA

Cervera de Pisuerga

Skarn de Carracedo: a unos 3 km al norte del pueblo de Vañes se localizan una serie de indicios mineros relacionados con pequeñas intrusiones plutónicas. Estos granitoides encajan en un paquete sedimentario que incluye rocas carbonatadas formándose un skarn con mármoles y cornubianitas. Los minerales presentes son numerosos, entre los que se encuentran calcopirita, mispiquel y magnetita, siendo ocasionales esfalerita, cobres grises, pirrotina y löllingita (Martín Izard *et al.*, 1986).

SALAMANCA

Barquilla

Mina Fuentes Villanas: depósito de Sn-Ge-Cd-Cu-Fe en el que se ha descrito la presencia de una decena de especies minerales de interés, destacando la barquillita, ya que es la localidad tipo de este mineral (Murciego *et al.*, 1999).

Barruecopardo

Minas de wolframio de Barruecopardo: estas minas son un claro ejemplo de yacimiento filoniano de cuarzo con wolframita y scheelita. La superficie explotada, unido a los restos existentes de una intensa minería, permiten la observación y el estudio de este tipo de yacimientos y de sus paragénesis minerales (García Puelles, 1918).

Endrinal

Mina Florisa: yacimiento de Cu localizado en las proximidades de Casas de Monleón. Los minerales referidos en sus labores son calcopirita, pirita y marcasita (IGME, 2000), aunque también se han visto buenas piromorfitas procedentes de esta mina.

La Fregeneda

Mina Feli: yacimiento pegmatítico localizado en las proximidades de la frontera española con Portugal, constituida en este punto por el río Duero. Entre los minerales de interés procedentes de esta mina destacan la casiterita y lepidolita (García *et al.*, 1985).

La Tala

Mina Goviendes: Mineralización de Pb-W situada al este de Guijuelo, en las proximidades de La Tala. Aparte del interés económico que dicho yacimiento pueda tener, su importancia radica en que presenta una mineralización muy rara a escala mundial, con una paragénesis definida por la presencia de stolzita y galena (Merchán *et al.*, 1987).

Lumbrales

Mina Mari Tere: se trata de un yacimiento de estaño que ha sido utilizado como modelo para definir los yacimientos en el que los filones de cuarzo están individualizados o constituyen un grupo homogéneo, por lo que pueden ser explotados como si fuera un único filón (Gonzalo Corral y Gracia Plaza, 1985). El mineral más interesante de esta mina es la casiterita, que se presenta en cristales sencillos y en maclas cíclicas.

Morille

Mina Alegría: depósito estratiforme constituido por un conjunto de mineralizaciones de scheelita en niveles de cuarcitas feldespáticas (IGME, 1985).

Navasfrías

Yacimiento aluvionar de oro de Navasfrías: los ríos y arroyos del área de Navasfrías, (Águeda, Bardal, Rubiós y Ruladrón), constituyen un yacimiento de placeres de oro de alto interés mineralógico, además de servir de escuela al aire libre donde se han realizado actividades relacionadas con el bateo del oro, casiterita, wolframita y otros minerales (Orea Bobo, 2001).

Pereña de la Ribera

Pegmatita de Puente Mocha: afloramiento pegmatítico situado en el Parque Natural de los Arribes del Duero, a 3,5 km al SE de la población, que fue explotado para la obtención de materiales cerámicos. Se trata de una pegmatita de elementos raros (Roda-Robles *et al.*, 2009), donde se presentan excelentes berilos, incluso con calidad gema.

Saelices el Chico

Mina Fe: se trata de la mina de uranio más importante de España (Del Valle González y González Cesteros, 1989). Presenta una alta diversidad mineralógica donde destacan minerales de uranio como la uraninita y la coffinita.

Villasbuenas

Yacimiento de cuarzo citrino de Villasbuenas: famoso yacimiento explotado desde antiguo que consiste en una serie de filones que atraviesan el granito. A estos cuarzos se les ha denominado de distintas formas: *falso topacio*, *topacio de Hinojosa*, *topacio de Salamanca* y *topacio occidental* (Calderón, 1910).

SEGOVIA

Caballar

Yacimiento de xilópalo de Caballar: localizado en las proximidades del núcleo urbano de Pavía, perteneciente al municipio de Caballar, se localizan una serie de explotaciones a cielo abierto para el beneficio de unas arenas de Utrillas, donde se han recuperado excelentes ejemplares de xilópalo fosilizando antiguos troncos de coníferas. En el propio poblado de Pavía se ha construido una fuente de uso público con un ejemplar de tamaño métrico de este xilópalo (Díez Herrero y Martín Duque, 2005).

Otero de Herreros

Cerro de los Almadenes: labores mineras para la explotación de cobre y zinc, que datan de la época de los romanos. En este yacimiento de tipo skarn, se han descrito 52 especies minerales (Tornos y Casquet, 1984).

Riaza

Yacimiento de grafito de El Muyo: en este pueblo segoviano se localizan varias minas a cielo abierto para el beneficio de grafito, al que acompañan ejemplares de pirita cristalizada y curiosos cuarzos fibrosos. Existen referencias de la presencia de grafito de esta localidad en el Museo Nacional de Ciencias Naturales desde principios del siglo XX (Calderón, 1910).

Vegas de Matute

Skarn del arroyo Zancado: este yacimiento, perteneciente al macizo de El Caloco, presenta una rica asociación mineral de tipo skarn, compuesta por diópsido, andradita, hastingsita, magnetita, idocrasa, hornblenda y epidota como minerales principales (Navidad y Villaseca, 1983).

Cantera Las Suertes: explotación a cielo abierto implantada en la vertiente oriental de la garganta del río Moros. En la zona sur de la corta, aflora un nivel carbonatado donde se han recogido buenos ejemplares de dolomita con piritas bellamente cristalizadas. Otros

minerales de interés citados en esta cantera son la palygorskita y el cuarzo amatista (Díez Herrero, 2002).

SORIA

Ágreda

Yacimiento de pirita de Ágreda: en las inmediaciones de Ágreda se han recogido excelentes cubos de pirita de hasta 35 mm de arista (Calderón, 1910).

Medinaceli

Yacimiento de aragonito de Los Tolmos: este yacimiento localizado en la aldea de Arbujuelo muestra el interés de presentar ejemplares con una gran variedad de morfologías, incluyendo maclas que no terminan en pinacoide como resulta común en la especie, sino con los cristales apuntados (Jiménez Martínez, 2010).

Ólvega

Mina Petra: yacimiento de hierro que fue explotado por los romanos y se enclava en un hermoso paraje, al pie de la sierra del Madero. El hematites es el mineral más interesante del yacimiento, al presentarse con buen brillo y hábito botroidal (Aragonés, 1978).

San Pedro Manrique

Yacimientos de pirita de San Pedro Manrique: en este municipio se localizan varios yacimientos clásicos de pirita de hábito cúbico, destacando los de Armejún y el de Villarijo, donde se han recogido ejemplares de hasta 10 cm de arista (Calderón, 1910).

VALLADOLID

Yacimiento de calcita pseudomorfa de yeso: alternancia de niveles finos arcillo-margosos y calizas o calizas dolomíticas de edad Mioceno Superior, que afloran en distintos puntos de la provincia como en Cogeces de Íscar y Renedo de Esgueva. En estos afloramientos destaca la presencia de calcita pseudomorfa de rosas del desierto (IGME, 1982a).

ZAMORA

Fermoselle

Skarn de Fermoselle: yacimiento de metasomatismo de contacto localizado a unos 2 km al oeste de Fermoselle. Su interés radica en la mineralogía de tipo skarn que presenta donde destacan los granates, vesuvianita, wollastonita, diópsido, zoisita/clinozoisita, titanita y scheelita (Cólliga, 1990).

Losacio

Yacimiento de estibnita del Cerro de las Cogullas: la estibnita o antimonita bien cristalizada fue descrita por Salvador Calderón en su conocida obra “Los minerales de España (Calderón, 1910). En este trabajo se señala que este yacimiento es el más importante del antiguo reino de León.

Pedralba de la Pradería

Minas de estaño de Calabor: ejemplo de yacimiento filoniano de cuarzo con casiterita (Gonzalo Corral y Gracia Plaza, 1985), que ha aportado excelentes ejemplares de este óxido de estaño. En la actualidad el yacimiento se encuentra cubierto por la vegetación.

San Vicente de la Cabeza

Valle del río Aliste: los materiales volcánico-sedimentarios silúricos del Sinforme de Alcañices, llevan asociada una interesante mineralización de variscita (Moro *et al.*, 1995). El yacimiento se extiende a lo largo de unos 30 km, desde Pobladura de Aliste hasta la zona comprendida entre Bermillo y Carbajales de Alba, estando las canteras históricas más importantes en Palazuelo de las Cuevas (Arribas *et al.*, 1971).

Villar del Buey

Pegmatita de Pinilla de Fermoselle: el afloramiento pegmatítico se localiza a poco más de 1 km al NE del pueblo de Pinilla de Fermoselle, dentro del término municipal de Villar del Buey. En esta pegmatita se han descrito más de 40 especies minerales, destacando las elbaítas de tonos verdes y rosas, así como otros minerales de litio (Roda-Robles *et al.*, 2004).

IV.2.7. Yacimientos de Cataluña**BARCELONA**

Cuenca Potásica Catalana: constituye una de las curiosidades geológicas y mineralógicas más notables del mundo (Calderón, 1910). Entre las numerosas explotaciones existentes destaca la *Mina Nieves*: diapiro salino localizado en las proximidades del pueblo de Cardona, que fue explotado desde el neolítico por la presencia de sales sódicas, potásicas y magnésicas. En la actualidad constituye el Parque Cultural de la Muntanya de Sal (Fundación Cardona Histórica, 2014, referencia digital).

Castellví de Rosanes y Martorell

Mina La Martorellense: esta mina situada en la comarca del Baix Llobregat, llegó a ser la explotación de plomo de mayor importancia de la provincia de Barcelona durante el periodo comprendido entre 1893 y 1986. Desde el punto de vista mineralógico destaca el hecho de

que en sus escombreras se han recuperado una veintena de especies minerales (Lizano, 1999).

Figaró

Mina del Socau: yacimiento de hierro de tipo skarn en el que destaca la presencia de magnetita, epidota y granates de la serie grosularia/andradita (Casado i Aijón, 2014).

Gavà

Yacimiento de Can Tintorer: explotación minera del Neolítico de variscita utilizada para la fabricación de cuentas de collar en numerosos asentamientos prehistóricos (Noain Maura, 1996).

Minas de Rocabrúna: situadas a unos 500 m al este del pueblo de Bruguers, destacando la mina Elvira por la presencia de algunos fosfatos como fluorapatito e hidroxilapatito (Bareche y Viñals, 1994).

Gualba

Canteras de Gualba: en estas canteras se ha citado la presencia de estéticos ejemplares de fluorita cristalizada en cubos transparentes sobre calcita (Bareche, 2005).

Malgrat de Mar

Minas de Can Palomeres: yacimiento de hierro generado en la aureola metamórfica de contacto con el plutón granítico, que fue explotado en numerosas labores de interior: minas 1, 2, 3, 4, 5, 6, Angelita, Charo, Gran, Loli y Oriental (Cardona *et al.*, 1987). Los minerales presentes, además de óxidos de hierro son aragonito, barita, calcita, cuarzo, epsomita, jarosita, melanterita, pirita y yeso.

Montcada i Reixac

Cantera del Turó de Montcada: cantera de cemento en la que se han encontrado vistosos minerales de cobre asociados a las pizarras, destacando libethenita, pseudomalaquita y crisocola (Rosell, 1997).

Sant Cugat del Vallès

Cantera Berta: cantera de granito localizada en el pk 160 de la AP7 a su entrada en la población de Sant Cugat del Vallès, dentro del Turó de Puig Pedrós (Bareche, 2005). Se explota un afloramiento de granodiorita donde intruyen una serie de diques que aportan una variada paragénesis hidrotermal de baja temperatura, lo que unido al propio afloramiento granítico y a las zonas de alteración, hace que se muestre una alta diversidad mineralógica con más de 50 especies. Destacan por su color verde y belleza, los cristales octaédricos de fluorita.

Santa Coloma de Gramanet

Yacimiento de Singuerlín: yacimiento filoniano hidrotermal en el que la fluorita se presenta asociada a cuarzo, calcita y galena (Bareche, 2005). El interés del yacimiento radica en que la fluorita, de tonos verdosos y blanquecinos, adquiere un curioso hábito esférico.

Tagamanent

Mina Gato: las mineralizaciones del Tagamanent se localizan en el borde occidental del macizo del Montseny (Font y Valadevall, 1980). Constituyen un campo filoniano donde se han recogido extraordinarios ejemplares cúbicos de fluorita de color amarillo a verde (Bareche, 2005).

Tordera

Minas de Cant Montsant: explotación de cobre abandonada con diferentes pozos y galerías. Están ubicadas en el paraje Bosc de la Mina en Hortsavinyà, un antiguo municipio actualmente anexionado al municipio de Tordera. Destaca por la abundancia de vesubiana y granate asociados a azurita, auricalcita, barita, bornita, calcita, calcopirita, crisocola, cuarzo, esfalerita, galena, goethita, hematites, magnetita, malaquita, pirita y siderita (Foro FMF, 2014b, referencia digital).

GIRONA

Cabo de Creus: en la provincia de Girona destaca el yacimiento del *Cabo de Creus*, cuyo ámbito administrativo abarca los municipios de Cadaqués y Port de la Selva. Está situado en el vértice NE de la provincia, constituyendo la zona más septentrional de la Península Ibérica. Presenta una importante diversidad litológica, con esquistos, migmatitas, granodioritas, pegmatitas, milonitas y skarns, lo que favorece la existencia de diversos yacimientos minerales. Se han descrito docenas de especies, entre las que se encuentran algunos fosfatos de interés como allaudita, brasilianita, ferrisicklerita, graftonita, heterosita, magniotriplita, montebrasita y wolfeíta (Bareche, 2001).

Región volcánica de Girona: afloramientos volcánicos neógeno-cuaternarios del NE de Cataluña distribuidos en tres áreas: el Empordà, La Selva y La Garrotxa (Vera, 2004). Los principales minerales de interés presentes en esta región son el olivino y la augita. El primero es abundante en Camellera, Corsà, Bordils, Cadaquers, Sant Dalmaï, Caldes de Malavella, Blanes, Puig Moner, Plau Suau, Sils, Puig Queralbs, Massanet de la Selva, Llorà, Amer, Sant Feliu de Buixalleu, Sant Martí de Llémena, Adri, Sant Feliu de Pallarols, l'Esparra, Santa Pau y Olot, mientras que la augita se presenta en buenos cristales en el volcán de Santa Marguerida, Puig Moner, Roca Negra, Santa Pau, Sant Francesc, Olot, Castellfullit, Sant Feliu de Pallerols, Hostalric, Batet, Estany, Barranc Garrafós, Fageda de

Bassols, Garrinada, Puig Gelós, volcán del Triter, les Planes d'Hostoles, Puig Rodó, Sant Aniol de Finestres, volcanes de la Banya del Boc y Puig d'Adri, Blanes y Cadaqués (Bareche, 2005).

Camprodón

Mina de Les Ferreres: yacimiento de cobre situado en la aldea de Rocabruna en el que se han descrito las siguientes especies minerales de interés: aragonito, asbolana, azurita, claraíta, connelita, malaquita, tetraedrita y theisita (Rosell *et al.*, 2014).

Maçanet de la Selva

Cantera Can Sùria: situada en las proximidades de Maçanet de la Selva, explota un afloramiento volcánico donde se han recogido excelentes ejemplares de amatista y cuarzo ahumado. Otros minerales de interés procedentes de este yacimiento son hollandita y nontronita cálcica (Foro FMF, 2011c, referencia digital).

Osor

Minas de Osor: mineralizaciones de fluorita que según Calderón (1910) estaban representadas con ejemplares cristalizados en el Instituto de Gerona.

Riudarenes

Cantera de Riudarenes: En el año 2005, y en el curso de las obras de construcción del tren de alta velocidad (AVE) a su paso por el municipio de Riudarenes (Girona), afloraron unos granitos alterados que contenían bellísimos cristales de cuarzo amatista, probablemente los mejores de los encontrados hasta el momento en España, tanto por la intensidad del color como por su brillo, transparencia y morfología, con muchos cristales "en cetro" y crecimientos paralelos. Además de las amatistas se hallaron cuarzos ahumados, microclina y albita (Foro FMF, 2011d, referencia digital).

Sils

Cantera de Massabé: esta cantera ubicada en el *Mas Ceber*, del municipio gerundense de Sils, ha aportado excepcionales ejemplares de cuarzo ahumado, amatista, ortoclasa y albita desde la última década del pasado siglo XX hasta la actualidad (Curto *et al.*, 2007).

Viladrau

Filón Rigrós: este filón encaja en la granodiorita hercínica del Macizo de Montseny, con una dirección N50-N90 y una corrida de 700 m. Los minerales presentes son: fluorita, cuarzo, barita, calcita, galena y calcopirita (Canals i Sabaté, 1989).

LLEIDA

Yacimientos de anapaíta de La Cerdanya: estos yacimientos se sitúan en la fosa neógena de La Cerdanya, concretamente en la Unidad Neógena Inferior (Vallesiense medio-superior)

que da lugar a una asociación de 250 m de espesor de diatomitas y mudstones con niveles ricos en fosfatos dentro de la cubeta de Bellver (Barrón López, 1995). La anapaíta se presenta en pequeñas venas con nódulos en una banda de entre 1 y 2 km desde el pueblo de Oliá, en el término de Bellver de Cerdanya, cruza el de Prats i Sansor y llega al de Fontanals de Cerdanya (De las Heras *et al.*, 1989).

Yacimientos de celestina de Torà de Riubregós-Ivorra: durante la construcción de una nave industrial en las afueras de Torà de Riubregós, se hicieron unos movimientos de tierras que cortaban unos niveles de yesos y calizas, donde se encontraron grandes geodas de cristales de celestina (Albiol, 2001).

Arrés

Mina Victoria: yacimiento de Pb-Zn localizado en el límite norte del municipio de Arrés, en el que la paragénesis metálica incluye calcopirita, esfalerita, galena, pirita y pirrotina (Ovejero, 1991).

Llavorsí

Yacimiento de cuarzo de Llavorsí: en el término municipal de Llavorsí afloran unas pizarras devónicas en las que se han recogido ejemplares de cuarzo completamente transparente, de su variedad cristal de roca (Bareche, 2005).

Tremp

Ofitas de Casterner de les Olles: en el año 2009 se empezaron a ver en ferias y colecciones de minerales excelentes ejemplares de epidota procedentes de un afloramiento ofítico localizado en Casterner de les Olles (Foro Tu Planeta, 2009b, referencia digital).

TARRAGONA

Baix Pallars

Mina Solita: yacimiento de Co-Ni cuya explotación se inició en el año 1958. En esta mina se han recogido calcitas, en su variedad cobaltífera, de gran belleza por su morfología y color fucsia más o menos rosado (Bareche, 2005).

Bellmunt del Priorat

Mina Eugenia: explotación más importante de plomo de la Cuenca Minera de Bellmunt del Priorat (Abella i Creus, 2008), donde se han recogido una treintena de especies minerales entre las que destacan jamborita, millerita y siegenita.

Mina La Cresta: ubicada en la vertiente norte del Torrent Espinós, debe su nombre al afloramiento de un filón de dirección N-S, que ha resistido a la erosión y resalta en la topografía de la zona. En esta mina se ha descrito una interesante paragénesis de alteración de una mena de Pb-Zn, con especies como coronadita, hemimorfita, hidrozinca, hopeíta,

jarosita, minio, parascholzita, piromorfita, platanerita, plumbojarosita y smithsonita (Abella i Creus, 2000).

Minas Regia y Regia Antigua: minas de plomo en las que la galena se presenta asociada a una ganga de calcita, dolomita y algo de barita (IGME, 1980a)

Falset

Mina Ballcoll: mina de plata que fue explotada intermitentemente desde el siglo XIV hasta principios del siglo XX. Presenta alrededor de 30 especies minerales, destacando la galena, plata nativa y otros minerales argentíferos como pirargirita y clorargirita (Abella i Creus, 2008).

Ulldemolins

Minas de flúor de Ulldemolins: en este municipio tarraconense se localizan varias explotaciones para el beneficio de flúor. Las más importantes son Ampliación a San Antonio y María Magdalena, donde se ha encontrado fluorita bien cristalizada en cubos amarillentos de varios centímetros de arista (Mata y Colldeforns, 1994).

Vimbodí i Poblet

Mina Atrevida: en esta mina el mineral mayoritario es la barita (Bareche, 2005). La paragénesis metálica incluye minerales de cobalto, níquel y plomo.

IV.2.8. Yacimientos de la Ciudad Autónoma de Ceuta

Mina de la Punta del Quemadero: explotación mediante galería de un yacimiento de cobre en el que se presenta una mena de calcopirita y minerales de alteración (crisocola, calcantita, malaquita y yeso).

IV.2.9. Yacimientos de la Ciudad Autónoma de Melilla

Yacimiento de calcedonia del Monte Gurugú: este cerro se emplaza en la base del Rif, en terrenos volcánicos del Plioceno. Las calcedonias, formando estéticas geodas, se localizan en un nivel de calizas y sílex (Alonso García, 2008).

IV.2.10. Yacimientos de la Comunidad de Madrid

Plutón de La Cabrera: en la Comunidad de Madrid se ha diferenciado una entidad supramunicipal que agrupa a varios yacimientos: el *Plutón de La Cabrera*. Con una superficie próxima a 125 km² se localiza en el norte de la Comunidad de Madrid, formando parte de las estribaciones más orientales de la Sierra de Guadarrama, en el límite con Somosierra. Se extiende por los pueblos de Bustarviejo, Cabanillas de la Sierra, Canencia, Cervera de Buitrago, El Berrueco, Garganta de los Montes, La Cabrera, Lozoyuela,

Manjirón, Navas de Buítrago, Robledillo de la Jara y Sieteiglesias (González del Tánago *et al.*, 2008). Aunque se han descrito más de 80 especies minerales distintas en este plutón, los minerales de interés más abundantes y que están presentes en todas las canteras son cuarzo, ortoclasa, albita, prehnita, laumontita y granates. A continuación se relacionan los principales yacimientos adscritos a este plutón, con las particularidades mineralógicas observadas en los mismos:

El Berrueco

Cantera de Los Taberneros (Plutón de La Cabrera): localizada en el límite SO del término municipal de El Berrueco, presenta amplias paragénesis tanto pegmatíticas como de alteración hidrotermal, por lo que ha suministrado numerosos ejemplares a colecciones y museos.

Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias

Canteras de Sieteiglesias (Plutón de La Cabrera): las más importantes se localizan en el paraje de *La Dehesilla*. Estas canteras destacan por la abundancia de ceolitas y de granates de la serie piropto/almandino/espesartina.

Valdemanco

Cantera de El Madroñal (Plutón de La Cabrera): situada a unos 3 km al sur de Valdemanco, ha aportado excelentes ejemplares de cuarzo ahumado, ortoclasa y albita a colecciones y museos.

Cantera de La Saludadora (Plutón de La Cabrera): localizada a 2 km al SE de Valdemanco, es una de las explotaciones que ha proporcionado mayor cantidad de especies cristalizadas de la Sierra de Madrid, destacando la stokesita, cuyos ejemplares son probablemente los mejores del mundo para esta especie (González del Tánago *et al.*, 2012). En la actualidad la cantera ha cesado totalmente su actividad y se ha procedido a la restauración ambiental de las labores, lo que imposibilita la observación y recolección de ejemplares. Los minerales recogidos presentan interés sistemático y estético.

Canteras de Los Alisos (Plutón de La Cabrera): se trata de dos canteras situadas 4 km al sur de Valdemanco, en ambas orillas del arroyo de Albalá. En sus cortas se han recuperado buena parte de las especies minerales que aparecen en el plutón, por lo que muestra interés sistemático y estético.

Otros municipios de la Comunidad de Madrid con yacimientos de interés son:

Bustarviejo

Mina Mónica: mineralización de arsenopirita que fue explotada también para obtener plata por las pequeñas concentraciones de matildita que contenía. Se localiza a poco más de kilómetro y medio al NO de Bustarviejo, en la falda sur de la Cabeza de la Braña. Estuvo en

explotación desde el siglo XVII (González, 1832), hasta las primeras décadas del siglo XX (González del Tánago Chanrai y González del Tánago y del Río, 2002).

Cadalso de los Vidrios

Canteras El Venero: explotaciones de granito situadas a unos 2 km al NE de la población, donde se ha descrito la presencia de al menos 42 especies (García *et al.*, 2004). Entre los minerales de interés recolectados en estas canteras destacan la bavenita, kristiansenita y kamphaugita, con ejemplares en ocasiones cristalizados de gran belleza, que pueden considerarse de gran interés a escala internacional (Menor Salván y Prado Herrero, 2008).

Chinchón

Minas del Consuelo: se trata de uno de los yacimientos más importantes de glauquerita del ámbito internacional, que ha aportado numerosos ejemplares a colecciones y museos (Jiménez Martínez *et al.*, 2013).

Ciempozuelos

Salinas de Horcajuelo: yacimiento de sulfatos sódicos ubicado en el Barranco de la Valdelachica. Se trata de la localidad tipo para la thenardita (Casaseca, 1826).

Colmenarejo

Mina Pilar: histórica mina de cobre de la que aún quedan los restos de 5 pozos y varios edificios, así como algunas escombreras donde se han identificado numerosos minerales de cobre, arsénico y uranio (Jiménez Martínez *et al.*, 2004).

Guadarrama

Mina Primera: yacimiento de wolframio localizado en Cabeza Lijar (Vindel, 1980), donde se han recolectado, entre otros, wolframita, casiterita, molibdenita, calcopirita y berilo.

Horcajuelo de la Sierra

Actualmente se considera que Horcajuelo de la Sierra es la localidad tipo para el rutilo. No se conoce exactamente el lugar de procedencia de los ejemplares que fueron utilizados para la descripción de la especie, pero ya desde finales del siglo XVIII se cita la presencia de este óxido de titanio en el paraje del cerro de la Mata de la Cabezada (Herrgen, 1799a). Otros parajes donde aparece rutilo en Horcajuelo de la Sierra son: Cerro de las Cabezuelas, La Dehesilla, El Lanchar, El Frontil, Las Losillas, Rodeo del Lomo y sobre todo en las proximidades del arroyo de las Cabrillas.

Madrid

Yacimiento de sepiolita de Vallecas-Vicálvaro: la sepiolita tiene una gran capacidad sorcitiva, lo que la convierte en uno de los absorbentes de mayor implantación en la industria (González del Tánago Chanrai y González del Tánago del Río, 2002). En la cuenca terciaria de Madrid, en la zona de Vallecas-Vicálvaro, se localiza el mayor yacimiento de sepiolita del

mundo, por lo que muchos ejemplares custodiados en colecciones y museos proceden de esta localidad.

Manzanares el Real

Arroyo de la Yedra-Fuente Grande: yacimiento de episienitas que se encuentra en el sector este del macizo de La Pedriza. En este afloramiento se obtuvieron los ejemplares para la descripción de 3 especies minerales, todos anfíboles: clino-ferro-ferri-holmquistita, ferro-ferri-pedrizita y ferri-pedrizita. localización tipo de estos minerales (Caballero *et al.*, 1998; Oberti *et al.*, 2000, 2003, 2004; Hawthorne *et al.*, 2012).

Montejo de la Sierra/Prádena del Rincón

Mina La Perla: minas de plata en las que se explotó, mediante al menos siete pozos, un filón de cuarzo y carbonatos con sulfosales de plata, encajado en los gneises de la zona (Jiménez Martínez *et al.*, 2004). Entre la última década del siglo XX y los primeros años del XXI, la mayor parte de las labores fueron sepultadas bajo los escombros de un vertedero, ya clausurado, y los cimientos de un helipuerto. Se pueden observar algunos ejemplares excepcionales de pirargirita y de otros minerales de plata, que fueron recuperados de sus labores y que permanecen expuestos en museos de mineralogía, como el Geominero y el de la Escuela de Minas, ambos en Madrid.

Serrada de la Fuente

Yacimiento de cianita de Serrada de la Fuente: en la zona situada al NE de Serrada de la Fuente comprendida entre los parajes de El Terceijo, Prado Somero y Peña del Tormo, afloran unos esquistos con budines de cuarzo en los que los cristales de cianita, de buen color azulado, alcanzan tamaños decimétricos.

Zarzalejo

Afloramiento de La Machotas: en las proximidades de la estación de tren de Zarzalejo aflora un pórfido granítico con ortoclasas perfectamente cristalizadas tanto en prismas como en maclas (Fernández Navarro, 1919). Concretamente las maclas de Carlsbad recogidas en este yacimiento son de las mejores a escala nacional, estando presentes en la mayoría de los museos y colecciones españolas.

IV.2.11. Yacimientos de la Comunidad Foral de Navarra

Cuenca potásica Navarra: se trata de una serie de explotaciones de sales potásicas localizadas en la sierra del Perdón entre las que se puede reseñar la mina Nuestra Señora del Perdón. Otros afloramientos están en Subiza, Esparza, Guenduláin, Galar y otros (Del Valle González y González Cesteros, 1989).

Erro

Mina de Urrobi: explotación cuprífera conocida desde el siglo XIV (Mugueta, 2005), localizada a unos 2 km al SE de Mezkiritz, en el paraje de Irazabalta. Destaca la presencia de buenos ejemplares de azurita.

Esteribar

Canteras de Eugui: explotaciones a cielo abierto en las que la dolomita se presenta en buenos cristales asociada a magnesita, calcita y cuarzo (Del Valle González y González Cesteros, 1990a).

Igantzi

Cantera de Igantzi: esta cantera de caliza está situada aproximadamente a un kilómetro al SO de la población, en el arroyo Mirari Erreka. En algunas fracturas en la caliza se han localizado excelentes ejemplares de fluorita asociada a barita y calcita.

Olazagutía

Cantera de Olazagutía: la cantera se localiza a 1 km al SSO del pueblo, dentro de un afloramiento de margas del Cretácico Superior que están siendo explotadas para la industria cementera. Entre las especies minerales cristalizadas presentes en el yacimiento están la pirita y la marcasita, que a menudo mineralizan fósiles de equínidos, bivalvos, gasterópodos y espongiarios (Lozano y Rodrigo, 1998).

Orbaizeta

Minas de Changoa: explotaciones de plata y cobre que datan de siglo XIX y que están localizadas en el barranco homónimo de Changoa, aproximadamente a 1 km sur de la frontera con Francia. En estas minas se han recogido ejemplares milimétricos de tetraedrita, en cristales con el tetraedro como forma principal y tristetraedro acompañante (Fernández Navarro, 1895).

Sorlada

Minas de cobre de Sorlada: yacimiento localizado a poco más de 1,2 km al SE de la población, entre los parajes de Las Balsas y Los Pedrones, destaca por la profusa presencia de carbonatos de cobre en las areniscas de la Formación de Murés (IGME, 1987).

IV.2.12. Yacimientos de la Comunidad Valenciana

ALACANT

Albatera

Cabezo Negro: en este cerro próximo al pueblo de Hondón de los Frailes, aflora un pitón dolerítico que es explotado mediante una cantera a cielo abierto (cantera de Los Serranos). Entre las numerosas especies minerales de interés que presenta el yacimiento destaca la

clinozoisita, bellamente cristalizada en agregados verde pistacho (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Yacimiento de magnesita de Albatera: a escasa distancia del Cabezo Negro, en el límite con el término municipal de Orihuela, se localiza un afloramiento del Keuper donde las magnesitas se presentan en cristales tabulares de un curioso hábito hexagonal (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Busot

Mina La Orolana: en esta mina situada en el Cabezo d'Or se ha citado la presencia de estroncianita asociada a celestina (ITGE, 1990).

Orihuela

Dolerita de Los Vives: afloramiento subvolcánico situado escasamente a 1 km al norte de Los Vives en el que se han recogido buenos cristales de cuarzo azul y magnetita (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Yacimiento de celestina de Arneva: en el año 2002 se descubrió la presencia de excepcionales cristales de celestina que llegan a alcanzar hasta 20 cm de longitud, en una matriz biocalcarenítica, en la ladera oeste de la sierra del Hurchillo (MTI Blog, 2011a).

Pinoso

Cabezo de la Sal: afloramiento del Keuper localizado a 2 km al SE de Pinoso de elevado interés mineralógico por la presencia de cristales de halita, cuarzo, teruelita, magnetita y sobre todo hematites cristalizados en curiosos barriletes elongados y apuntados (Ramón Mira y Galiana Verdú, 2012).

CASTELLÓ

Altura

Yacimiento de doleritas de Altura: estas doleritas se explotan en una cantera localizada a unos 4,5 km al oeste de Altura, junto a la carretera de Alcublas (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002). Se han referenciado casi una veintena de minerales procedentes de este yacimiento, entre los que son notables la pirita, cuarzo azul, aerinita, magnetita y analcima.

Borriol

Minas del Misterio: es una de las explotaciones de plomo más importantes de la Comunidad Valenciana, cuya antigüedad data del tiempo de los fenicios y de la que existen datos sobre la obtención de plata a partir de la galena (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Castillo de Villamalefa

Yacimientos de plomo-cinc de Castillo de Villamalefa: en este término municipal se explotó galena, esfalerita y smithsonita en el Mas de Barranco y junto a la aldea de Cedramán, en las labores de las minas Industria Minera y San Luis. La galena, en ocasiones, se encuentra cristalizada en cubos de hasta 1 cm (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Chóvar

Minas del barranco de la Bellota: explotaciones de cobalto de gran interés mineralógico al presentar además minerales de cobre y mercurio entre los que destacan: asbolana, schwazita, jarosita, olivenita y conicalcita (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Minas del barranco del Hembrar: localizadas en la sierra de Espadán, también presentan minerales de interés como cinabrio, covellina, corderita y estibiconita (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Lucena del Cid

Yacimientos de plomo-cinc de Lucena del Cid: se trata de otro municipio con labores para el beneficio de galena, esfalerita y smithsonita. Las labores se localizan en el Mas de La Llosa, en el Mas de Les Coronetes, en el d'Andreu y en de Bertrán, siendo la mina San Vicente la más importante. En estas minas es frecuente encontrar cristales sueltos e idiomórficos de hasta 2 cm de arista (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Segorbe

Concesión Los Aljezares: explotación de yeso en la que se han obtenido excelentes ejemplares cristalizados de este sulfato. Se localiza a poco más de 1 km al sur de Soneja, donde se aflora un potente banco yesífero del Keuper (ITGE, 1971).

Torás

Cantera de Los Arenales: en el término municipal de Torás (Castellón), existen varias canteras de diabasas donde se han recuperado minerales de interés coleccionístico. La explotación más importantes es la cantera de Los Arenales, localizada en el monte de La Rocha de Piquer, donde se ha descrito la presencia de una veintena de especies distintas (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2007).

Villahermosa del Río

Concesión San Rafael: esta concesión minera se encuentra a unos cientos de metros al sur de la población de Villahermosa del Castillo, en el paraje del Barranco de la Hoz (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002). Incluye dos minas importantes: La Cueva de la Guerra Antigua y La Amorosa. En estas minas se han descrito más de una treintena de especies minerales bien cristalizadas, entre las que se pueden citar attikaíta, azurita, claraíta,

clinoatacamita, clinotiolita, enargita, liroconita, parnauíta, partzita, richelsdorfita, romeíta, strashimirita, theisita, virolita, yakhontovita y zincolivenita (Cócera *et al.*, 2010).

VALENCIA

Canal de Navarrés: afloramiento del Keuper entre los municipios de Chella, Anna, Quesa, Navarrés y Balbaite, en el que los jacintos de Compostela se presentan tanto en cristales bipiramidales, como formando agregados en “piñas” o “bolas”, adquiriendo alto interés coleccionístico (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Barxeta

Tozal Negro: afloramiento de ofitas asociado a materiales triásicos que ha proporcionado gran cantidad de ejemplares de granate, pirita y hematites, entre otros, de gran calidad (Casanova y Ochando, 1999).

Buñol

Montaña de los pilares: localizado al sur de Buñol aflora un depósito conglomerático del Terciario donde los cuarzos hematoideos (jacintos de Compostela) adquieren fama mundial y están representados en todas las colecciones de alguna importancia (Cavanilles, 1795).

Camporrobles

Los Yesares: afloramiento de margas del Keuper, que es uno de los yacimientos más importantes a nivel mundial de aragonitos del Triásico (Jiménez Martínez *et al.*, 2005). La calidad estética de las maclas, su variedad morfológica y cromática, así como la profusión con la que aparecen, hacen que los ejemplares de este yacimiento estén presentes en numerosas colecciones de ámbito internacional.

Domeño

Afloramiento del Keuper de Domeño: en este municipio se localiza el yacimiento donde se han recogido los mejores jacintos de Compostela de la Comunidad Valenciana. Estos cuarzos se encuentran en el interior de una veta de yeso muy compacto de color rojo o rosáceo y alcanzan hasta 4,5 cm de longitud (Casanova Honrubia y Canseco Caballé, 2002).

Montroy

Afloramiento del Keuper del “Cementerio”: en las proximidades del casco urbano de Montroy se localiza un importante yacimiento de cuarzo, en su variedad de *jacinto de Compostela*. Se trata de un afloramiento de arcillas rojas del Keuper en el que los cuarzos se muestran bellamente cristalizados en bipirámides hexagonales, llegando a alcanzar hasta 2,5 cm de longitud (Gil Marco y Muñoz Alvarado, 2000).

IV.2.13. Yacimientos de Extremadura

Mina La Parrilla: en Extremadura se ha diferenciado una entidad supraprovincial que agrupa a los municipios de Santa Amalia en Badajoz y Almoharín en Cáceres: la *Mina de La Parrilla*. Este yacimiento es probablemente el mejor ejemplo de filones mineralizados con scheelita de Europa, resultando su paragénesis mineral como “tipo” a nivel mundial (Gumiel Martínez y Campos Egea, 2000). Entre los minerales cristalizados de interés recuperados de esta mina se pueden reseñar la casiterita, scheelita y arsenopirita.

BADAJOZ

Campo filoniano de Azuaga: es la zona más importante en cuanto a mineralizaciones de Pb-Zn(Cu) de Extremadura, que llegó a ser la de mayor producción de plomo de España a principios del siglo XX. La mayoría de las explotaciones extremeñas se reparten entre los términos municipales de Azuaga, Berlanga y Valverde de Llerena, aunque muchos filones se internan en las vecinas provincias de Córdoba y Sevilla (Junta de Extremadura, 1993). Algunas minas de envergadura son San Miguel, Gerty y La Pastora, donde están presentes minerales como esfalerita, galena, calcopirita, pirita, tetraedrita, malaquita, azurita, cerusita, en gangas cuarcíferas y carbonatadas.

Yacimientos de W-Sn-Mo-Bi-Cu-F del “Batolito de la Serena”: estos yacimientos polimetálicos presentan numerosos minerales de interés, destacando el topacio y berilo en su variedad aguamarina, dos de las gemas más importantes encontradas en yacimientos españoles. Las explotaciones más importantes son la “*Cantera de la Osa*”, en Oliva de Mérida y las “*Minas de San Nicolás*”, en el Valle de la Serena (Sos Vaynat, 1962).

Alburquerque

Mina del Cordobés: yacimiento de estaño localizado a unos 8 km al NE de Alburquerque. El conjunto, que alcanza 3 km de longitud, contiene pegmatitas con lepidolita, albita, ambigionita, litiofilita, moscovita, cuarzo, topacio, casiterita y columbo-tantalita (Gallego Garrido, 1992).

Azuaga

Yacimiento de cianita de Azuaga: los afloramientos están situados en la formación blastomilonítica precámbrica de Azuaga, presentándose la cianita de dos formas distintas: asociada a cuarzo, turmalina, epidota y rutilo y en nódulos con rutilo y moscovita (García Guinea, 1986)

Burguillos del Cerro: en este pueblo pacense aflora un importante skarn férrico que fue explotado en numerosas minas, siendo las más importantes descritas en un trabajo monográfico sobre el yacimiento (Sanabria Orellana y Calvo Rebollar, 2002). La mineralogía

del skarn está compuesta por un buen número de silicatos cálcicos, óxidos y sulfuros, siendo de mayor interés coleccionístico los granates y la magnetita. A continuación se señalan las principales explotaciones, incidiendo en las particularidades mineralógicas de cada una de ellas:

Mina La Herrería: enclavada en un montículo al NE de Burguillos del Cerro, dentro de la finca *Sierra Gorda*. La mineralización presente se encuentra afectada por hidrotermalismo de baja temperatura, lo que permite la existencia de anfíboles y otros silicatos. Destaca la presencia de magnetita bellamente cristalizada en rombododecaedros.

Mina La Judía: situada unos 2 kilómetros al sur del caso urbano, es el mejor yacimiento de granate (andradita en sus variedades melanita y demantoide) del distrito, siendo la magnetita muy apreciada al presentarse en bellos cristales octaédricos.

Mina Milucha: localizada unos 5 km al este de la población, en el paraje del *Valle de los Ecos*. De esta mina proceden los mejores cristales de epidota y magnetitas con hábito tipo rosa del sector.

Mina Monchi: situada unos 2 km al oeste de Burguillos del Cerro, es la mina más importante del distrito. De sus labores se han recuperado numerosos cristales octaédricos y rombododecaédricos de magnetita que han pasado a la mayor parte de las colecciones particulares y museos. Otros minerales de interés recogidos en sus escombreras son la löllingita y la vonsenita.

Mina Nueva Vizcaya: se encuentra en las proximidades de la mina La Herrería, al NE de la población. Desde el punto de vista mineralógico destaca por la presencia de allanita cristalizada sobre magnetita y otros minerales de skarn.

Calzadilla de los Barros

Yacimiento de Cr(Pt) de Calzadilla de los Barros: se trata de varios afloramientos de rocas ultrabásicas serpentinizadas, donde además de cromita se ha detectado la presencia de oro, platino y paladio. Las explotaciones más importantes son las del Cerro Cabrera y las del Cerro Cabeza Gorda (Junta de Extremadura, 1993).

Garlitos

Yacimientos de Pb(Cu) de Garlitos: en esta localidad pacense se ubican una serie de explotaciones para el beneficio de varios filones metálicos. Las principales minas son El Borracho, La Minilla y La Currachada, siendo los minerales de interés presentes galena, pirita, calcopirita, lepidolita, barita, cuarzo, fluorita, piromorfita, cerusita, anglesita, hemimorfita, descloizita, vanadinita, pirolusita y calcedonia (Perianes Valle y García Isidro, 1993).

Jerez de los Caballeros

Yacimientos de tipo skarn de Jerez de los Caballeros: la intrusión postcinemática de la granodiorita de Brovales produce un metamorfismo de contacto y metasomatismo en los sedimentos calcáreos encajantes. Estas mineralizaciones de tipo skarn fueron explotadas para el beneficio de hierro en los Cotos mineros San Guillermo, Colmenar y Santa Justa, donde, además de magnetita, se han recogido ejemplares de pirita, calcopirita, diópsido, hornblenda, esfalerita, flogopita, grosularia, escapolita, tremolita, hedembergita, actinolita, epidota, esfena, calcita, fluorita, ortita y allanita. Esta elevada diversidad mineralógica, unida a la calidad gemológica de algunos de estos minerales (Perianes Valle y García Isidro, 1993), aporta un elevado interés mineralógico al yacimiento.

Mérida

Cerro Carija: en este cerro, situado a unos 2 km al NO de Mérida, se explota una cantera para áridos donde aflora un skarn con buenos cristales de calcita, wollastonita, diópsido, granates, escapolita y serpentina (Perianes Valle y García Isidro, 1993).

El Berrocal: macizo granítico localizado a unos 4 km al sur de Mérida, a orillas del río Guadiana. Se trata de una mineralización de tipo albita-greisen con numerosas especies de interés destacando el topacio (Sos Vaynat, 1962). Otros minerales citados en el yacimiento son: cuarzo, pirita, carbonatos de cobre, casiterita, wolframita, circón, rutilo, fluorita, scheelita, barita, stolzita, berilo, biotita, arsenopirita, cinabrio, moscovita, ambligonita y oro nativo (Perianes Valle y García Isidro, 1993).

Oliva de Mérida

Mina del Cortijo Traslasierra: yacimiento de cobre constituido por una serie de filones encajados en las cuarcitas armoricanas. La paragénesis es de gran interés, con fosfatos de cobre: pseudomalaquita, libethenita y cornetita (Galán Huertos y García Guinea, 1981).

Santa Marta

Minas de plomo de Santa Marta: las antiguas minas de Santa Marta han aportado excelentes ejemplares de vanadinita. Las principales explotaciones son La Constante, Clemente, María Luisa, Mina de las Colmenitas y Los Llanos. Otros minerales de interés recuperados de este yacimiento son: anglesita, calcita, calcopirita, cerusita, cuarzo, descloizita, galena, goethita, hemimorfita, hidrocinabrio, linarita, minio, piromorfita, smithsonita y wulfenita (Sáinz de Baranda, 1995), siendo la mina de las Colmenitas la localidad tipo de la calderonita (González del Tánago *et al.*, 2003).

Usagre

Yacimiento de mercurio de Usagre: mineralización de cinabrio y mercurio nativo en ganga principalmente de barita, que fue explotada mediante dos minas actualmente abandonadas:

Mariquita y La Sultana (Junta de Extremadura, 1993). Constituye el único indicio de mercurio de la comunidad extremeña.

CÁCERES

Belvís de Monroy

Pegmatitas de Belvís de Monroy: en las proximidades de Belvís de Monroy aflora un campo pegmatítico que orla al macizo de Belvís, constituido por una docena de diques principales y un enjambre de pequeñas bolsadas, encajados en las pizarras gris negruzcas del Ordovícico Superior. Estas pegmatitas presentan una paragénesis general compuesta por cuarzo, albita, microclina y moscovita y pueden estar acompañadas de biotita, sillimanita, turmalina (tanto chorlo como foitita), y excepcionalmente lepidolita, amblygonita, apatito e hidroxilherderita (Jiménez Martínez, 2014).

Berzocana

Grupo Minero San Jorge: yacimiento filoniano de Pb-Zn, localizado en el extremo norte del municipio de Berzocana, en el paraje de Las Villuercas. La mineralización está constituida por filones de cuarzo con esfalerita y galena y en menor proporción, marcasita, pirita, calcopirita, pirrotina y boulangerita (IGME, 1980b).

Cáceres

Minas de Valdeflórez: yacimiento de estaño y litio situado a unos 3 km al SE de Cáceres, en la Sierra del Portanchito. Se trata de un stockwork extratolítico que no aparece asociado a ningún plutón aflorante. Los principales minerales de interés recuperados en estas minas son casiterita y montebrasita, aunque también son comunes la lepidolita, apatito, rutilo y circón (Junta de Extremadura, 1993).

El Trasquilón: mineralización estannífera asociada a una cúpula granítica, localizada a unos 9 km al sur de Cáceres. A principios del siglo XX se señaló la presencia de amblygonita en esta mina (Calderón, 1903), pero sin duda la casiterita es el mineral de mayor interés recogido en sus labores.

Cañaveral

Mina Las Navas: se trata de una serie de filones de aplita y pegmatita, asociados a una posible cúpula granítica no aflorante. Los minerales presentes en estos filones son cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, mica blanca, casiterita, espodumena, tantalita, arsenopirita, pirita, calcopirita, wolframita y scheelita (Junta de Extremadura, 1993).

Casas de Millán

Mina Teba: explotación de estaño localizada a unos 7 km al SE de Casas de Millán, en el paraje de La Sartén. La paragénesis está constituida por casiterita, como mineral principal,

arsenopirita y pirita en la mena metálica y cuarzo, apatito, moscovita y turmalina en la ganga. La casiterita, en ocasiones, forma planchas de gran belleza, con cristales perfectos del orden del centímetro (Junta de Extremadura, 1993).

Hernán-Pérez

Mina La Lapa: yacimiento intragranítico de wolframio situado en el paraje de La Lapa, a unos 4 km al oeste de Hernán-Pérez. Los minerales constituyentes de la mineralización se pueden agrupar en dos grupos: 1) minerales hipogénicos: scheelita, wolframita, arsenopirita, bismuto nativo, bismutina, pirrotina, esfalerita, calcopirita, pirita y casiterita, en gangas de cuarzo y carbonatos. 2) supergénicos: marcasita, goethita, covellina y escorodita (Gumiel, 1979).

Logrosán

Mina La Costanaza: en las proximidades del pueblo de Logrosán afloran varios filones de cuarzo de dirección NNE-SSO mineralizados con fluorapatito (Boixereu i Vila, 2004). Parece muy probable que los ejemplares que se utilizaron para la descripción de este mineral, procedieran de esta mina (Pelletier y Donadei, 1790; Proust, 1791).

Sierra de San Cristóbal: yacimiento de estaño que se emplaza en el cerro situado al SO de Logrosán. En las labores realizadas durante la primera mitad del siglo XX, se recogieron las que son con toda probabilidad las mejores maclas en *pico de estaño* y cristales de casiterita a nivel nacional (Sos Baynat, 1962).

Mirabel

Yacimiento de quiaztolita del Castillo de Mirabel: aureola metamórfica constituida por unas pizarras nodulosas donde se han recuperado excelentes ejemplares de andalucita en su variedad quiaztolita (Del Valle González y González Cesteros, 1990b).

Montánchez

Sierra de Montánchez: batolito granítico de alto interés mineralógico por las excelentes casiteritas encontradas en numerosos yacimientos. Los más importantes son: La Hoja, La Nava, Los Corrales, Los Abejones, El Revuelo, El Valle del Rosal, El Salto, El Bailadero, Charca Fría y La Periza (Sos Baynat, 1981).

Oliva de Plasencia

Mina Alba: a unos 2 km al N de Oliva de Plasencia se desarrolla una red pegmatítica, con direcciones variables, buzamientos subverticales y morfología lenticular, en la que destaca la presencia de cuarzo rosa de calidad gema (Perianes Valle y García Isidro, 1993).

Pedroso de Acim

Mina Santa María: se trata de uno de los yacimientos detríticos más importantes de España, donde se explotó un yacimiento de estaño con casiterita asociada a fragmentos de filones

de cuarzo y de greisen (Junta de Extremadura, 1993). El mineral más interesante recuperado en sus escombreras es la anatasa, que se presenta bellamente cristalizada en octaedros en bloques de cuarcita.

Peraleda de San Román

Mina Marialina: yacimiento de plomo que fue explotado durante la primera guerra mundial, que conserva buenos restos de las labores e instalaciones. En su escombrera se pueden recoger galena, pirita y calcopirita, siendo abundantes las alteraciones a azurita y malaquita. Estos minerales adquieren interés gemológico tras su lapidación (Perianes Valle y García Isidro, 1993).

Plasenzuela

Mina La Sevillana: principal explotación de Zn-Pb-Ag ubicada al noroeste de Plasenzuela, que aportó buenos ejemplares de esfalerita cristalizada en facetas brillantes y color negro (Sos Baynat, 1962).

Torrecilla de los Ángeles

Mina Desquites: yacimiento de Sn-W correspondiente a una apófisis granítica cuyos filones presentan una paragénesis constituida por casiterita, wolframita, arsenopirita, cuarzo, moscovita y como accesorios scheelita, pentóxidos, turmalina, rutilo y apatito (Gumiel, 1978).

Trujillo

Mina La Serafina: yacimiento de Zn-Pb-Ag localizado a poco más de 15 km al oeste de Trujillo, unos cientos de metros al norte del río Gibranzos. Presenta una paragénesis constituida por esfalerita, boulangerita, jamesonita, pirita, arsenopirita y calcopirita en ganga de cuarzo y siderita (Junta de Extremadura, 1993).

Yacimiento de Sn-W de Trujillo: conjunto de filones hidrotermales de alta temperatura de direcciones N30°O y N50°E, en los que se han citado los siguientes minerales: arsenopirita, pirita, wolframita, esfalerita, calcopirita, casiterita, estannina y pirrotina, en ganga cuarcífera (Guijarro Galiano *et al.*, 1987).

Zarza la Mayor

Mina La Paloma: explotación para el beneficio de apatito (fosforita) en el que se han identificado numerosas especies minerales de interés asociadas a filones de cuarzo y barita (Sos Vaynat, 1962).

IV.2.14. Yacimientos de Galicia

A CORUÑA

Complejo ultrabásico de Capelada-Cabo Ortegal: el Complejo básico-ultrabásico ocupa parte de los municipios de Cariño, Ortigueira, Cedeira, Valdoviño, Cerdido, Somozas, Moeche y San Sadurniño y está considerado como uno de los enclaves de mayor interés geológico de la Península Ibérica y de Europa. Presenta una complejidad mineralógica y petrográfica sin parangón, que permite observar en superficie un complejo ofiolítico completo (Macías Vázquez, 2014), incluyendo la localidad tipo de la morenosita (Martínez Alcibar, 1850) y la zaratita (Palache *et al.*, 1951).

Mina de Monte Neme: yacimiento hidrotermal de Sn-W localizado al sur del Monte Neme, entre los municipios coruñeses de Carballo y Malpica de Bergantiños. El mineral principal que se ha recuperado es la casiterita, que se presenta bien cristalizada y acompañada de pirita, calcopirita, wolframita y arsenopirita, fluorita, turmalina y cuarzo (Del Valle González y González Cesteros, 1989).

Arteixo

Minas de Arteixo: en varias explotaciones antiguas de Arteixo está citada la presencia de fluorita asociada a otros minerales como wolframita, arsenopirita, escorodita y molibdenita (Ruiz Mora y Ameixeiras López, 1981).

Lousame

Mina de San Finx: yacimiento de Sn-W situado a unos 2 km al SE de Lousame, dentro de su término municipal. De sus cortas y galerías se han extraído excelentes ejemplares de casiterita, wolframita, cuarzo, molibdenita y calcopirita (Ruiz, 1982).

Porto do Son

Caamaño: excelentes andalucitas se pueden observar en colecciones y museos procedentes de este yacimiento.

Santa Comba

Mina de Santa Comba: es otro de los numerosos yacimientos de Sn-W que se han explotado en tierras gallegas. Se localiza a poco menos de 7 km al NNO de Santa Comba, en el Monte de Varilongo. Los minerales de interés encontrados en esta mina son wolframita, casiterita, arsenopirita y fluorita (Balli, 1965).

Santiago de Compostela

Mina de Fornás: yacimiento de pirrotina localizado en las proximidades de la aldea de Fornás, concretamente en el monte de Arins, que fue definido como el más importante de España para este mineral (Galán y Mierete, 1979).

Touro

Minas de Touro: yacimiento de cobre y hierro donde se han recogido excelentes ejemplares de calcita y granate junto con los minerales explotados (calcopirita, pirrotina, pirita). Seleccionadas Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

Vimiazó

Yacimiento de torbernita de Calo: en la parroquia de Calo, se han encontrado unas excelentes torbernititas (Abelleira Pedrares y Jaén, 2013, referencia digital).

LUGO

A Pontenova

Minas de Vilaoudriz: explotación subterránea y a cielo abierto de hierro donde se han recolectado ejemplares de hematites, goethita, siderita y pirita. Seleccionadas Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

Cervantes

Minas de antimonio de Cervantes: en el municipio de Cervantes, tanto en la aldea de Villapún como en la de Riamonte de Abaixo, existen varias explotaciones filonianas de antimonio, que constituyen la localidad tipo de la cervantita (Gründer *et al.*, 1962). Los minerales presentes son estibina y ocres de antimonio.

Monforte de Lemos

Minas de Freixo: es otro de los lugares seleccionados como Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012). En sus labores subterráneas y trincheras se han recuperado ejemplares de hematites, magnetita y siderita.

O Incio

Yacimiento de magnesita de O Incio: en este municipio, entre las parroquias de Rubián de Cima, Vila de Mouros, Castelo de Somoza y Santalla de Bardaos, se localiza uno de los yacimientos españoles de mayor importancia de magnesita (Gómez de Llanera, 1959).

Pedrafitas do Cebreiro

Minas de Rubiais: yacimiento de zinc localizado en las proximidades de la aldea de Rubiais, que estuvo en explotación desde finales del siglo XIX, hasta el año 1988 en que cesó la actividad. El mineral de mayor interés de estas minas es la esfalerita, que se presenta de color oscuro, de grano grueso y como masas de reemplazamiento en jasperoides (Arias *et al.*, 1989), constituyendo estéticos ejemplares asociada a carbonatos o cementando clastos de brechas filonianas.

Quiroga

Minas de Vilarbacú: se trata de un importante yacimiento hidrotermal de antimonio localizado a 1 km al N de Vilarbacú. Los minerales más interesantes recuperados de estas minas son la estibina y distintos óxidos de antimonio (Gumiel, 1983).

Viveiro

Minas de A Silvarosa: yacimiento de hierro donde se se recogieron buenos ejemplares de magnetita y otros óxidos de interés y que además fue seleccionado como Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

OURENSE

A Veiga

Minas de Vilanova: estas minas, también denominadas “Minas Alemanas”, se localizan a unos 2 km al NE de A Ponte y presentan la wolframita bien cristalizada. Han sido seleccionadas Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

Baltar

Minas de Baltar: yacimiento de Sn-W localizado a 1 km al NO de la aldea de San Antonio seleccionado Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012). Los minerales presentes son wolframita y casiterita (Mata-Perelló y Sanz Balagué, 2013).

Beariz

Mina Fe: en esta mina perteneciente al Grupo de Magros, se ha explotado una mineralización Sn-W donde se cita la presencia de casiterita, berilo, bertrandita, granate, topacio y turmalina (Del Valle González y González Cesteros, 1990b).

Carballeda de Valdeorras

Minas de Balborraz: explotaciones de wolframio localizadas en la falda occidental del macizo de Trevinca, en las que se presentan la wolframita y la scheelita en filones de cuarzo. Ha sido seleccionado Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

Lobios

Minas de As Sombras: en la sierra del Jures se han encontrado berilos que en ocasiones presentan interés gemológico (Del Valle González y González Cesteros, 1990b).

O Carballiño

Minas de oro de O Carballiño: en este concejo orensano se localizan una serie de pequeñas minas que fueron explotadas por los romanos y los franceses durante sus ocupaciones (Del Valle González y González Cesteros, 1988), donde sean recogido estéticos ejemplares de oro nativo en matriz de cuarzo.

Viana do Bolo

Minas de Penouta: yacimiento de estaño localizado a 1,5 km del pueblo de Penouta, en el término municipal de Viana de Bolo. Entre los minerales recuperados de estas minas destaca la casiterita, la cual aparece en bellos cristales (Calderón, 1910). Otros minerales de interés de este yacimiento son el berilo, la moscovita y la molibdenita.

PONTEVEDRA

Batolito granítico de Porriño: para la provincia de Pontevedra se ha diferenciado una entidad de mayor envergadura que el municipio donde se han recolectado algunos ejemplares de alto interés museístico/coleccionístico. Se trata del batolito granítico de Porriño, situado al sur de la provincia de Pontevedra (IGME, 1981b).

Yacimiento de Andalucita del Niño do Corvo: en este cerro, que pertenece a los municipios de O Rosal y Tomiño, se han encontrado excelentes ejemplares de andalucita cristalizada en prismas de buen tamaño.

A Cañiza

Yacimiento de esmeralda de A Franqueira: en las proximidades de la aldea de A Franqueira se localiza un yacimiento pegmatítico donde se han reconocido cerca de 40 especies minerales, destacando el berilo en su variedad esmeralda (Franz *et al.*, 1996).

Campo Lameiro

Yacimiento tipo de la bolivarita: el yacimiento está constituido por un afloramiento granítico en cuyas fracturas se alojan pequeñas costras verdosas de un fosfato de aluminio llamado bolivarita, siendo la localidad tipo de esta especie (Fernández Navarro y Castro Barea, 1921).

Gondomar

Cantera Santa María: pegmatita explotada para el beneficio de feldespatos que presenta una alta diversidad mineralógica con casi una treintena de especies minerales de interés entre las que destaca el berilo (Del Valle González y González Cesteros, 1990b).

Forcarei

Minas de Presqueiras: es otra de las minas de estaño que han sido seleccionadas como Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012). En cuanto a su interés mineralógico, aparte de presentar casiterita, zinwaldita y caolinita, es una importante reserva de “coltan” (columbita-tantalita).

Lalín

Minas de A Trigueira: minas de estaño en las que se han recogido ejemplares de casiterita, berilo, albita, bertrandita y apatito. Seleccionadas Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

Ponteareas

Cantera Cillarga: cantera de granito en la que se han recolectado buenos ejemplares de cuarzo ahumado y microclina. Otros minerales presentes en el yacimiento son: albita, chamosita, epidota, fluorita y turmalina (Grupo Mineralógico Mulhacén, 2013, referencia digital).

Tomiño

Yacimiento de andalucita de Goian: según García Guinea (1986) es uno de los yacimientos españoles de interés gemológico. La andalucita se presenta en prismas cuadrangulares de hasta 10 cm, zonados y conteniendo vistosas glaucofanos azules.

Vila de Cruces

Mina de Fontao: yacimiento de Sn-W que ha aportado a colecciones ejemplares de casiterita, columbita, malaquita, molibdenita, cuarzo, escorodita, wolframita y scheelita. Seleccionada Punto de Interés Patrimonial Minero de Galicia (Ferrero Arias *et al.*, 2012).

IV.2.15. Yacimientos de las Islas Baleares

IBIZA

Santa Eulària des Riu

Mina de plomo del Puig de s'Argentera: yacimiento de plomo en el que la galena argentífera fue explotada desde la época de los romanos (Arribas y Moro, 1985).

MENORCA

Es Mercadal

Mina Francisca: yacimiento de plomo en el que la galena se presenta masiva, junto con goethita y otros minerales secundarios de cobre y plomo, destacando la azurita (MTI Blog, 2009c).

Mina La Rubia: mina de cobre localizada en la falda del monte Toro, a 1 km de Mercadal (Mahón), que fue explotada desde la antigüedad y de donde se han recogido buenos ejemplares de azurita y calcosina (Calderón, 1910).

IV.2.16. Yacimientos de La Rioja

Cervera del Río Alhama

Yacimientos de azufre de Cervera del Río Alhama: en este municipio riojano se localizan una serie de yacimientos de azufre nativo, como resultado de la reducción de depósitos yesíferos (Fernández Navarro, 1893). El azufre se presenta en cristales milimétricos acompañado de pequeños ejemplares de cristal de roca (cuarzo hialino).

Cornago

Minas de Valdeperillo: yacimiento de pirita alto interés mineralógico debido al hábito prismático alargado que adquieren los cristales, que ha sido referenciado como uno de los más importantes de la Sierra de Cameros (Galán y Mirete, 1979).

Muro de Aguas

Minas de Ambasaguas: en las proximidades de Ambasaguas existen varias concesiones mineras para la extracción de cristales de pirita, en este caso con morfología predominante en piritoedros y formando piñas (Alonso Azcárate, 1998).

Navajún

Minas Victoria: en estas minas, localizadas en la sierra de Alcarama, se explota un nivel de margas cretácicas donde se encuentran abundantes y estéticos cristales de pirita. Es un yacimiento que ha aportado ejemplares de colección a los mejores museos de mineralogía tanto nacionales como internacionales y es uno de los pocos que se explotan única y exclusivamente para la obtención de ejemplares de colección (Cuesta Bustillo y García García, 1995).

IV.2.17. Yacimientos del País Vasco

ÁLAVA

Amurrio. *Minas de Baranbio:* yacimiento filoniano de Pb-Zn localizado escasamente a 1 km al SO de Baranbio, en el que destaca la presencia de ejemplares de pirita bellamente cristalizada (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Legutio

Mina de Ollerías: antigua explotación minera muy cubierta por la vegetación, donde se recuperaron buenos ejemplares de azurita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Ribera Alta

Salinas de Añana: mina de sal cuya explotación se remonta a la época de los romanos. La halita se presenta con hábito cúbico normalmente formando agregados en tolva (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Minas de Paul: yacimiento de yesos del Terciario en el que se han recogido estéticos cristales alargados y transparentes de este sulfato (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Zuya

Afloramiento de ofitas de Aperregui: el yacimiento se localiza en las proximidades de la iglesia de Aperregui y fue explotado mediante una pequeña cantera. Los minerales observados son epidota, hematites y tremolita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

GUIPÚZCOA

Ataun

Minas de Burntzuzin: yacimiento localizado al norte de la Sierra de Aralar en el que se han recogido vistosos ejemplares de malaquita botroidal y formando agregados fibroso- radiados de este carbonato de cobre (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Berastegi

Minas de Berastegi: en la obra de “Los Minerales de España” (Calderón, 1910), se cita la presencia de buenos cristales pardoamarillentos asociados a otros muy hermosos de siderita.

Bergara

Minas de Bergara: yacimiento hidrotermal de tipo BPGC en el que destaca la presencia de galena bien cristalizada en cubos y octaedros centimétricos (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Irún

Mina San Maximiliano: se localiza a las afueras de Irún, a escasos 500 m al sur de la población. Yacimiento filoniano que fue explotado para el beneficio de plomo, zinc y flúor desde principios del siglo XX. En el Museo Nacional de Ciencias Naturales se conservan ejemplares de fluorita de color violeta, asociadas en ocasiones a esfalerita, procedentes de este yacimiento (Calafat, 1906).

Mutiloa

Mina Troya: Este yacimiento se incluye dentro de uno de los contextos geológicos de relevancia internacional definidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). Entre los minerales cristalizados de interés recogidos en la mina destacan: esfalerita, galena, dolomita y siderita.

Oyarzun

Minas de Arditurri: yacimiento filoniano de Pb-Ba en el que se han recogido ejemplares cristalizados de fluorita acompañada de ankerita, barita, calcita, calcopirita, esfalerita, galena, piritita y siderita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Zerain

Minas de Zerain: labores mineras localizadas en el paraje de Munain, unos 2 km al oeste de Zerain. El mineral de mayor interés presente es la barita, que se haya tanto en cristales tabulares, como formando agregados en *rosa*. Los minerales que acompañan a la barita son calcita, cuarzo, esfalerita, fluorita, galena, goethita, pirita y siderita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

VIZCAYA

Alonsotegi

Yacimiento de cuarzo de Alonsotegi: mina de hierro situada a unos 2 km al sur de Alonsotegi, en la que son frecuentes los cuarzos bien cristalizados, acompañados de ankerita, calcita, goethita, pirita y siderita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Arrigorriaga

Yacimiento de pirita de Arrigorriaga: en este yacimiento se han encontrado cristales dodecaédricos de pirita de 4 cm (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Bilbao

Mina Malaespera: labores mineras de interior abandonadas y en su mayor parte inundadas, ubicadas en el barrio de La Peña de Bilbao. Los minerales de interés recogidos son: ankerita, calcita, calcopirita, cuarzo, dolomita, esfalerita, galena, marcasita, pirita y siderita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Carranza

Minas de Carranza: en los términos de La Nestosa y Carranza se han explotado varios filones de blenda y calamina con algo de galena (Calderón, 1910).

Dima

Yacimiento de espato de Islandia de Artaun: antigua mina de calcita en su variedad de espato de Islandia, localizada a unos 700 m al norte del pueblo de Artaun (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Erandio

Afloramiento volcánico de Enekuri: yacimiento de analcima que están presentes en unas *pillow-lavas* de tonos verdosos. Los minerales que acompañan a la analcima son calcita, pirita y cuarzo en sus variedades cristal de roca y amatista (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Errigoiti

Cantera de Errigoiti: explotación de un afloramiento volcánico de edad Cretácico Superior que constituye uno de los mejores yacimientos de datolita a nivel mundial (Sorhouet y Sanabria, 2005).

Gallarta

Mina Bodovalle: este yacimiento se incluye dentro de uno de los contextos geológicos de relevancia internacional definidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). Se trata de la mina de hierro a cielo abierto de mayor superficie que se ha explotado en Vizcaya desde finales del siglo XIX. Entre los minerales recuperados destaca la siderita, bellamente cristalizada en romboedros.

Orduña

Minas de Orduña: yacimiento de Pb-Zn localizado en el paraje de Montaleón, en el que se ha recogido vistosos ejemplares de smithsonita botroidal de tonos vinosos (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

Valle de Trápaga

Yacimiento de hierro de La Arboleda: aunque desde el siglo I d.C. Plinio “El Viejo” señala la existencia de una montaña de hierro en esta zona del litoral Cantábrico, la explotación a cielo abierto del yacimiento no se llevaría a cabo hasta finales del siglo XIX, llegando hasta los años 80 del pasado siglo. Los minerales de interés recogidos son: ankerita, calcita, cuarzo, goethita, malaquita, pirita y siderita (Franco San Sebastián *et al.*, 1991).

IV.2.18. Yacimientos del Principado de Asturias

Yacimientos de quialtolita del Parque Histórico del Navia: yacimientos de andalucita, en su variedad quialtolita, asociados a la aureola metamórfica de los plutones de Boal y El Pato, en los concejos de Boal e Illano. Son numerosos los afloramientos donde se han recuperado excelentes cristales, destacando: Boal, Carrugueiro, Doiras, Cedemonio, Pendía y El Gumio (Jiménez Martínez y Prieto Fernández, 2015).

Belmonte de Miranda

Minas de El Valle-Boinás: conjunto minero explotado a cielo abierto en los últimos años del pasado siglo XX y la primera década de este siglo, aunque ya era conocido desde la época de los romanos, que se interesaron por estos yacimientos auríferos.

Entre los minerales de interés recogidos en el yacimiento figuran el cobre nativo, cuprita y un buen número de especies de tipo skarn, como diópsido, epidota y magnetita (Mesa *et al.*, 2002).

Cabrales

Mina Delfina: mina de cobre localizada en el pueblo de Ortiguero, en las estribaciones de los Picos de Europa. Tanto en los filones en el interior de las galerías de la mina, como en sus escombreras, es posible la recogida de interesantes ejemplares de azurita, malaquita, crisocola y virolita (García García, 1993).

Caravia

Mina Jaimina: mina de fluorita localizada en el pueblo de Carrales, donde se han extraído magníficos ejemplares de fluorita incolora y cuarzos biterminados, que son muy valorados por coleccionistas y museos (Gutiérrez Claverol *et al.*, 2009).

Corta San Lino: otra de las minas de flúor asturianas que ha aportado excelentes ejemplares de fluorita, calcita, barita y cuarzo (Curto y Fabre, 1992).

Colunga

Mina Emilio: explotación minera de flúor en el pueblo de Loroño, donde se han recogido ejemplares de alto interés de fluorita, calcita, barita, dolomita y algunos sulfuros (Tejerina Lobo y Zorrilla Bringas, 1980).

Corvera de Asturias

Mina Moscona: esta mina localizada en el pueblo de Cancienes, es uno de los yacimientos más importantes de fluorita amarilla en Asturias, perteneciente al distrito minero de La Collada (Tejerina Lobo y Vargas Alonso, 1980).

Lena

Mina Eugenia: esta mina, localizada en las proximidades de Pola de Lena, concretamente en la aldea de Muñón Cimero, ha aportado numerosos ejemplares cristalizados y masivos de rejalgar (Calderón, 1910).

Oviedo

Cantera de las Caleras: explotación de caliza para áridos ubicada a 1 km al ENE del pueblo de Brañes donde, embebidos en la caliza, se alojan buenos cristales de cuarzo bipiramidal de varios centímetros de longitud y tonos grises, que son muy codiciados por los coleccionistas (MTI Blog, 2011c, referencia digital).

Ribadesella

Mina Ana: esta mina localizada en el pueblo de Berbes, ha aportado durante décadas ejemplares excepcionales de colección, de fluorita, barita y cuarzo, siendo reconocidas sus fluoritas entre las mejores del mundo (García Álvarez y Sanabria Orellana, 2007).

Siero

Mina La Collada: bajo este nombre se denominan una serie de explotaciones localizadas en el pueblo de Coroña de Arriba, siendo las más importantes el Pozo Coroña y el Filón Josefa-

Veneros. Al igual que en otros yacimientos asturianos, la fluorita procedente de estas minas presenta un alto interés coleccionístico (Gutiérrez Claverol *et al.*, 2009).

Mina La Viesca: minas de espato flúor localizadas en la parroquia de La Collada, de la que se han obtenido una gran cantidad de ejemplares de colección de fluorita en tonos azul, violeta e incluso incoloros (Barrientos y Cuesta, 2007).

Tapia de Casariego

Lagos de Silva: labores romanas para la explotación de un yacimiento aurífero ubicado en las proximidades de la aldea de Salave (Rodríguez Terente, 2007). Además de oro nativo, se han recogido bellos cristales de molibdenita.

Vegadeo

Monte Bidures: paraje situado en la aldea de Meredo, donde se localizan varias labores mineras que han aportado numerosos minerales de interés a colecciones y museos. Entre estas minas están Cova Travesa, La Reixidora, Montealegre y Las Pingadeiras. Los principales minerales recuperados son: piromorfita, goethita, pirolusita, plumbogummita, coronadita y cerusita.

Villaviciosa

Yacimiento de azabache de Olés: en el pueblo de Olés existe un importante yacimiento de azabache que aparte de aportar ejemplares a colecciones y museos, es utilizado en la talla de objetos, adornos y en joyería por su calidad gemológica (Solans Huguet y Escayo, 1982).

IV.2.19. Yacimientos de la Región de Murcia

Distrito minero de Cartagena-La Unión: la zona minera de Cartagena-La Unión ha sido explotada durante al menos dos milenios (Calderón, 1910), extendiéndose el laboreo hasta finales del siglo XX. Se han beneficiado menas principalmente de plata, plomo, hierro, zinc y manganeso.

Se cuentan por cientos las labores mineras que, todavía en la actualidad, se pueden visitar, entre las que a título de ejemplo señalaremos las siguientes (García García, 1996):

Mina Esperanza: yacimiento de manganeso localizado en las afueras del Llano del Beal, en las inmediaciones del Cabezo San Ginés. Los minerales de interés recolectados en esta mina son: romanechita, pirolusita, barita, calcofanita y calcita.

Corta San Valentín: gran explotación a cielo abierto con importante desarrollo de un *gossan* en superficie en el que además de goethita presenta mineralizaciones de plomo (con notables cristales de cerusita y anglesita) y de cobre, con cuprita, malaquita y azurita.

Zona de San Timoteo: labores de interior de alto interés mineralógico por la presencia de bellos cristales aciculares de yeso formando agregados radiales de varios centímetros de diámetro, que tapizan amplias zonas del yacimiento.

Mina Teresita: labores subterráneas localizadas en la pista de acceso al paraje de Portman desde el Llano del Beal. Desde el punto de vista mineralógico, destaca la presencia de excepcionales cristales de barita de color azul.

Mina Victoria: es otra de las labores de interior donde se han recogido excelentes cristales de barita, en este caso, con una gran diversidad de coloración y riqueza de hábitos cristalinos.

Mina Precaución: labor a media ladera del Cabezo San Ginés, en la que se han recolectado ejemplares bien cristalizados de hemimorfita, hidrocincita, calcita y calcofanita.

Corta Brunita: corta a cielo abierto que se hizo muy conocida en la última década del siglo XX en el ámbito mineralógico internacional, por la presencia de algunos fosfatos bellamente cristalizados, en concreto la ludlamita y la vivianita. Otros minerales cristalizados que han sido recogidos en esta corta son pirita, pirrotina, cuarzo y galena.

Corta Sultana: es una de las labores a cielo abierto más espectaculares de la Sierra de Cartagena. Estuvo en producción en las dos últimas décadas del siglo XX beneficiando una mineralización de plomo y zinc, donde se recogieron buenos cristales de galena y esfalerita.

Mina Balsa Depositaria: localizada en el paraje de Portman, benefició un depósito de plomo y zinc, aunque su interés mineralógico se debe a la presencia de excepcionales cristales decimétricos y transparentes de yeso.

Abarán

Cantera de ofitas de Abarán: pitón ofítico que está siendo canterado en el municipio de Abarán, en el que se cita la presencia de una docena de minerales de interés destacando: andradita, escolecita, ilmenita, magnetita, prehnita y titanita (MTI Blog, 2009d, referencia digital).

Cartagena

Afloramiento lamproítico de La Aljorra: en las proximidades de La Aljorra afloran unos materiales volcánicos de tipo lamproítico con numerosas especies minerales como olivino, sanidina, enstatita, apatito, calcita, ceolitas, serpentina, etc. (Pellicer, 1973).

Cehegín

Minas de Gilico: estas minas, emplazadas en la falda SE de la sierra de Cambrones, constituyen un importante yacimiento de hierro donde se han recogido, entre otros minerales, buenos ejemplares de magnetita y analcima (Marcos Bermejo, 1993).

Fortuna

Afloramiento lamproítico de Fortuna: las lamproítas, denominadas localmente “fortunitas”, afloran a unos 3 km al ESE de Fortuna, en las proximidades de la rambla del Ajarque. La mineralogía está compuesta por diópsido, flogopita, sanidina y apatito (IGME, 1982b).

Jumilla

Mina La Celia: Este yacimiento se incluye dentro de uno de los contextos geológicos de relevancia internacional definidos en el proyecto Global Geosites (García-Cortés, 2008). Es un yacimiento mundialmente conocido por la calidad de los apatitos en su variedad *esparraguina*, que se presentan con gran profusión en esta mina. Se trata de una mineralización neumatolítica que rellena cavidades en unas rocas lamproíticas de alto contenido en potasio y magnesio, que localmente reciben el nombre de *jumillitas* (Marcos Bermejo, 1992).

Lorca

Minas de azufre de La Serrata: conjunto de explotaciones de azufre situadas a lo largo de la pequeña alineación montañosa de La Serrata, a unos 3 km al NW de la población de Lorca (Pato y Peña, 1918). En alguna de las minas se han recuperado excelentes ejemplares de azufre cristalizado, en tono amarillo/anaranjado.

Mazarrón

Mina Dolores: yacimiento de cobre localizado entre las localidades de Mazarrón y Pastrana, donde se han descrito tres especies minerales: barahonaíta-(Fe), barahonaíta-(Al) y cobaltarthurita (Viñals *et al.*, 2008b).

Ulea

Yacimiento de celestina de Ulea: en la localidad murciana de Ulea se han recogido excelentes ejemplares de celestina en un nivel de calizas arrecifales (Región de Murcia, referencia digital).



DISCUSIÓN GENERAL
Y POSIBLES MEJORAS PARA
LA VALORACIÓN Y GESTIÓN

V. DISCUSIÓN GENERAL Y POSIBLES MEJORAS PARA LA VALORACIÓN Y GESTIÓN

Una vez descrito el estado actual del patrimonio geológico, relacionado con los yacimientos y sus minerales, en este apartado se discuten y plantean algunas medidas de gestión, valoración y protección de dichos elementos del patrimonio geológico.

Se revisan algunas definiciones clave y se aborda la problemática relacionada con el coleccionismo y el comercio de minerales.

Finalmente se señalan una serie de recomendaciones que podrían introducir mejoras en las matrices de valoración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), con el fin de adaptarlo a los yacimientos minerales. Se realiza una valoración de un grupo de yacimientos de un ámbito geográfico concreto (los de aragonito del Keuper de la provincia de Guadalajara), recomendando una serie de medidas de gestión y protección de los lugares de interés seleccionados.

V.1. Aportaciones en el ámbito conceptual

En el apartado II.1. sobre conceptos y definiciones, se hizo un repaso de los trabajos que incluyen una definición del patrimonio geológico mueble. La definición que nos parece más completa es la de Díaz-Martínez *et al.* (2012), que dice: *“conjunto de elementos geológicos no renovables, extraídos de su contexto y con un cierto valor (científico, didáctico, estético, histórico, etc.), que los convierte en un bien patrimonial colectivo”*.

Sólo se plantearía una duda referente a qué se entiende por “elemento geológico no renovable”. Por un lado, sólo se consideran renovables las aguas termales y otros elementos del patrimonio geológico ligados a procesos hidrogeológicos, por lo que se podría suponer que ningún elemento relacionado con los yacimientos minerales es renovable a una escala de tiempo digamos “humana”, es decir, en cientos o miles de años. En este sentido, parece innecesario adjetivar como “no renovable” un elemento que, por el mero hecho de ser geológico, ya no es renovable.

Pero si se supone por ejemplo que son renovables los minerales que se forman y destruyen de manera periódica, como las sales en un depósito evaporítico. ¿Podría constituir parte del patrimonio geológico mueble un agregado cristalino de cubos de halita de un depósito evaporítico? Entendemos que sí y la experiencia nos demuestra que ejemplares de este tipo se exponen en las mejores colecciones y museos.

Por tanto no está claro que la cualidad de “renovable” sea determinante para que un elemento geológico pueda formar parte del patrimonio mueble y se recomienda suprimirla de la definición. De este modo se podría definir patrimonio geológico mueble como: *“conjunto de elementos geológicos, extraídos de su contexto y con un cierto valor (científico, didáctico, estético, histórico, etc.), que los convierte en un bien patrimonial colectivo”*.

También en el apartado II.1. sobre conceptos y definiciones se vio que algunos autores se han referido al *patrimonio mineralógico*, sin desarrollar una definición expresa del mismo (Arana Castillo, 2004; Fernández Caliani, 2012; Jiménez Martínez y Prieto Fernández, 2015). En este sentido hay que señalar que el patrimonio mineralógico es un caso especial del patrimonio geológico y que presenta importantes particularidades, por lo que podría ser definido como *“el conjunto de minerales y de sus yacimientos, cuya singularidad, excepcionalidad, representatividad, interés científico, didáctico o cultural los hace destacar, formando parte de la riqueza mineral del planeta”*. De esta definición se desprende esa dualidad que presentan los minerales de poder constituir tanto patrimonio mueble como inmueble y, por consiguiente, pueden quedar amparados tanto en la legislación del patrimonio natural (en el caso de los yacimientos), como en la legislación del patrimonio cultural (en el caso de los ejemplares, las colecciones y los museos).

V.2. Aportaciones en el ámbito legislativo

En la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se recoge que los minerales son elementos constitutivos del patrimonio geológico y de la geodiversidad, pero en ningún apartado se menciona la posibilidad de que estos minerales puedan formar parte de colecciones y si en este caso son amparados por la ley. Tampoco se hace ninguna mención a la existencia del *patrimonio geológico mueble*, por lo que se entiende que, en lo que respecta a los minerales, rocas o fósiles, sólo se consideran los que aparecen *in situ* en el afloramiento o yacimiento. En este sentido, un mineral o un fósil son elementos geológicos independientemente de donde se encuentren, por lo que sería conveniente incluirlos en la normativa sobre patrimonio natural, en lugar de encuadrarse en la de patrimonio histórico. En cualquier caso, lo importante es que los elementos de interés patrimonial estén debidamente gestionados y protegidos, independientemente del marco legislativo que los ampare.

En la definición de *patrimonio geológico* adoptada en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se introducen varias condiciones que no siempre se cumplen en los yacimientos minerales, sobre todo cuando su interés principal radica en la belleza de los ejemplares que presentan. En concreto nos referimos a la parte de la definición que dice:

“...permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”.

Efectivamente, los minerales que componen las colecciones de los museos o los yacimientos cuyo interés principal es estrictamente mineralógico, no cumplen siempre estas condiciones, aunque formen parte del patrimonio geológico.

Para resolver lo indicado, se podría introducir la palabra “composición” en la primera condición de la definición, quedando por tanto su redacción de la siguiente manera: a) *el origen, composición y evolución de la Tierra*. En este contexto, la palabra “composición” no se referiría a los elementos químicos constitutivos de la materia, que serían entonces los incluidos en la tabla periódica, sino a minerales y a rocas, como elementos básicos resultantes de la acción de procesos geológicos. De esta forma, tendrían cabida los yacimientos y los minerales de suficiente valor científico, cultural y/o educativo.

Otro término que convendría tener en cuenta a la hora de considerar los yacimientos de interés mineralógico como parte del patrimonio geológico es el de “diversidad mineralógica”.

En la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se considera la importancia de los minerales a la hora de valorar la diversidad geológica o geodiversidad, por lo que un yacimiento que presente un elevado número de especies minerales, aporta una alta diversidad geológica. Sin embargo, aparentemente este parámetro no ha sido considerado para el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG).

En relación con lo anterior, sugerimos introducir el concepto de *diversidad mineralógica*, entendida como “variedad de especies minerales que están presentes en un yacimiento o afloramiento”. Creemos que una alta diversidad mineralógica es un factor importante a tener en cuenta para valorar si un yacimiento es merecedor de constituir un lugar de interés geológico. Por ejemplo, en el *Plutón de La Cabrera*, se han descrito alrededor de 80 especies minerales, algunas de alto interés científico (González del Tánago *et al.*, 2012), por lo que este factor debería ser tenido en cuenta para considerar su inclusión en los inventarios de patrimonio geológico.

Definir cuántos minerales deben estar presentes en los yacimientos para valorar su potencialidad patrimonial resulta difícil, debido a que la génesis del yacimiento puede determinar la escasez o abundancia de especies presentes. Así, un yacimiento sedimentario de tipo evaporítico, como una cuenca salina, no es comparable en el número de especies presentes, por ejemplo, a un yacimiento de tipo *skarn*, donde este número es muy superior.

Sin embargo, la visión de conjunto de los principales yacimientos minerales españoles, nos llevaría a proponer que un yacimiento tiene una diversidad mineralógica baja cuando presenta entre 1 y 5 especies fácilmente reconocibles; media entre 6 y 20 especies; alta entre 20 y 50 especies y muy alta por encima de 50 especies.

Otra cuestión que conviene considerar en relación con la legislación del patrimonio, es la de las figuras de protección que puedan amparar a ejemplares minerales y/o a yacimientos de alto interés.

En lo que respecta a ejemplares minerales, algunos pueden tener un alto interés museístico, por lo que parece adecuado que su protección quede recogida en la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español. Sin embargo, no hemos encontrado ninguna referencia a minerales declarados Bien de Interés Cultural (BIC) o que estén incluidos en inventarios generales de bienes muebles patrimoniales.

Las Comunidades Autónomas, en el desarrollo de la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, han creado tesauros con las distintas categorías de elementos de interés que figuran en los inventarios de bienes muebles. Cabría la posibilidad de incluir la figura de “mineral” en estos inventarios, de tal manera que los minerales de alto interés patrimonial puedan quedar amparados. Los criterios de selección de estos ejemplares se han de justificar atendiendo a su excepcionalidad, que vendrá determinada por su interés científico, cultural o expositivo. A título de ejemplo, un ejemplar tiene alto interés científico cuando ha sido utilizado para la descripción de una especie, o bien cuando se trata de ejemplares de muy escasa presencia en el ámbito internacional, que aportan información valiosa en el estudio del origen y evolución de la Tierra o de otros cuerpos celestes, como es el caso de un meteorito de particular importancia. El interés cultural se asocia, por ejemplo, a que los ejemplares figuren reseñados en publicaciones históricas o a su utilización como símbolo en entidades o elementos de interés patrimonial (por ejemplo el aragonito que se utilizó para elaborar el símbolo del Geoparque de Molina-Alto Tajo o la quiastolita utilizada con el mismo fin en el Parque Histórico del Navia). En cuanto al interés expositivo, se tendrá en cuenta el valor estético del ejemplar, que vendrá determinado por su belleza, color, morfología y rareza.

Las colecciones de minerales pertenecientes a los museos quedan amparadas por la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español, que dedica un título al patrimonio mueble, pero existe el vacío de las colecciones particulares. Podría ser conveniente establecer la figura de “colección de minerales” en las relaciones de elementos que constituyen los inventarios de bienes muebles. Las características que ha de cumplir una colección para ser

incluida en estos catálogos han de referirse al carácter de singular relevancia de las mismas, valorable en función de su interés histórico o científico.

Tanto los minerales como las colecciones de minerales que sean incluidos en los inventarios de bienes muebles podrían ser declarados BIC en función de esa excepcionalidad que motivó su inclusión en el inventario.

En cuanto a los yacimientos minerales de interés cabría adoptar un tratamiento similar al que se hace en la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español y en su desarrollo por parte de las comunidades autónomas con respecto a los yacimientos paleontológicos. En ese caso se definen distintas figuras de protección: Zona Paleontológica, Zona de Interés Paleontológico, Zona Arqueológica. Esta correspondencia sería posible con la creación de la figura de “Zona de Interés Mineralógico”, entendida como *lugar en el que existen yacimientos minerales de relevante valor patrimonial*. Pero esta figura de protección debería ser recogida preferiblemente en la legislación sobre patrimonio natural, ya que, como se explicó anteriormente, los yacimientos minerales son parte del patrimonio natural.

La declaración de una Zona de Interés Mineralógico supondría que la entidad que la declara debería redactar un Plan Especial de Protección del área afectada por la declaración u otro instrumento de planeamiento de los previstos en la legislación urbanística que cumpla las exigencias establecidas en la ley.

V.3. Medidas de gestión relacionadas con la recogida de ejemplares en los yacimientos

La particularidad de que los minerales y sus yacimientos puedan constituir tanto parte del patrimonio geológico mueble como inmueble, debe ser tomada en cuenta a la hora de gestionarlos adecuadamente, ya que su regulación implica tanto a la normativa sobre patrimonio natural como a la de patrimonio cultural. Esta dualidad, lejos de ser una ventaja, en ocasiones, puede situar a los minerales en un terreno que podría dejarlos fuera del amparo de la legislación y por tanto de su protección.

Es indudable que el coleccionismo de minerales tiene componentes tanto positivas como negativas respecto al conocimiento científico y el patrimonio natural. Es una actividad que incrementa y a menudo constituye el núcleo principal del acervo cultural de los museos. Asimismo, gracias al coleccionismo se han descrito numerosas especies a lo largo de la historia como se ha mostrado en el capítulo III. La información y los ejemplares aportados por los coleccionistas han permitido el estudio de yacimientos inéditos, la localización de otros que permanecían desaparecidos, e incluso la preservación de ejemplares de alto valor

científico (Del Ramo Jiménez *et al.*, 1999). Pero también es una actividad que, en ocasiones, propicia el expolio de yacimientos y la degradación o incluso pérdida de lugares de interés patrimonial. Al mismo tiempo, el coleccionismo está relacionado con la degradación ambiental de muchos parajes donde se ubican yacimientos y con la problemática asociada a la falta de seguridad en una actividad no regulada.

Lo recomendable con respecto a estas actividades asociadas al coleccionismo es la concienciación de los coleccionistas, por parte de la comunidad docente y las sociedades científicas, de que el patrimonio geológico es un bien común que todos tenemos la obligación de preservar. Es importante educar a los más jóvenes para que conozcan que hay lugares muy degradados antrópicamente donde la recolección no supone un riesgo para nuestro patrimonio, pero que existen otros muchos lugares de interés, susceptibles de expolio, donde la recolección ocasiona daños irreparables e incluso la pérdida del patrimonio.

Es, por tanto, aconsejable definir medidas de gestión que fijen las normas de recogida de ejemplares en los yacimientos y minimicen la problemática asociada.

La primera fase de la propuesta de gestión consiste en la realización de inventarios a escala municipal de aquellas zonas donde se conozca la existencia de yacimientos de interés, para posteriormente llevar a cabo una valoración de los mismos que permita determinar el interés patrimonial de cada yacimiento y qué medidas de protección han de aplicarse. La realización de estas tareas correrá a cargo de personal cualificado que posea estudios que incluyan materias o especialidades de geoconservación o patrimonio geológico.

Los yacimientos quedarán agrupados en las siguientes categorías:

1. Yacimientos sin necesidad de protección: se trata de los lugares que no presentan interés patrimonial, o que están muy degradados antrópicamente, como son las escombreras de explotaciones mineras. En estos lugares, la recogida de ejemplares estará permitida, aunque para el acceso a los yacimientos será necesario solicitar el correspondiente permiso al propietario del terreno donde se ubique y, en el caso de explotaciones en activo, habrá que contar además con la autorización de la dirección facultativa tanto para el acceso, como para la recolección de ejemplares. Los aficionados al coleccionismo de minerales serán responsables de los daños que se puedan derivar de su actividad, por lo que se recomienda la posesión de un seguro de responsabilidad civil y daños a terceros.
2. Yacimientos regulados con algún tipo de protección: esta protección quedará fijada en función del interés patrimonial del yacimiento y de su peligro de expolio o

desaparición. Dentro de esta categoría se incluyen desde los yacimientos con distintas normas restrictivas a la recolección de ejemplares, hasta los que presentan una prohibición expresa de esta actividad.

Una vez encuadrados los yacimientos en estas dos categorías se debe llevar a cabo una valoración patrimonial de los mismos, con el fin de aplicar las medidas de gestión y protección que se adecúen a su interés patrimonial. Por ejemplo, las *localidades tipo* han de estar declaradas con alguna figura de protección que evite su desaparición; los yacimientos localizados dentro de zonas protegidas (Parques Nacionales, Naturales y Rurales, Reservas Naturales Integrales y Especiales, Paisajes Protegidos, Monumentos Naturales, Sitios de Interés Científico, etc.), se regirán por lo establecido en los planes de ordenación o gestión existentes en dicho lugar; y en los yacimientos de alto interés patrimonial y que sean susceptibles de expolio, deberán aplicarse medidas de gestión que incluyan restricciones a la recogida de ejemplares.

Hay dos formas en las que estas medidas de gestión pueden llegar a ser conocidas y de obligado cumplimiento entre el colectivo de los aficionados al coleccionismo de minerales:

- a) Mediante la implementación de una licencia o autorización administrativa. Esta licencia será un documento nominal, individual e intransferible, cuya tenencia ha de ser necesaria para practicar legalmente la recogida de ejemplares en los yacimientos protegidos dentro del territorio de cada comunidad autónoma. En el caso de la aplicación de tasas, se podrá estudiar la forma del cobro único para la recogida de ejemplares en todo el estado, así como las reducciones o exenciones a practicar. Por ejemplo, se harán reducciones a los menores de 16 años y estarán exentos del pago de la tasa los mayores de 65 años, las personas con discapacidad de grado igual o superior al 33% y los mayores de 60 años beneficiarios del sistema público de pensiones en situación de inactividad profesional.

Los beneficios generados por la aplicación de estas tasas han de repercutir directamente en la población local, los ayuntamientos, otras entidades propietarias de los yacimientos minerales y en la gestión sostenible de los recursos naturales. Asimismo, la aplicación de tasas proporcionará una herramienta de actuación para regular y equilibrar la presión recolectora en función de las limitaciones impuestas en cada yacimiento.

La posesión de la licencia o autorización administrativa no exime de la obtención de los permisos, que se habrán de solicitar a la propiedad de los terrenos donde se ubiquen los yacimientos, para poder realizar la visita a los mismos, ni de los daños

que se deriven de esta actividad, por lo que se recomienda la posesión de un seguro de responsabilidad civil y daños a terceros.

Como quiera que el número de yacimientos con algún tipo de protección puede llegar a ser muy elevado, cada ayuntamiento deberá disponer de un inventario actualizado de los mismos en su término municipal, donde figuren las medidas de gestión y protección aplicadas.

- b) Mediante la pertenencia a grupos o asociaciones mineralogistas que incorporen entre sus objetivos la protección del patrimonio geológico, actitud ésta que debe quedar plasmada en la firma en un código de buenas prácticas en relación con la recogida de ejemplares en los yacimientos. También, estos grupos, que se podrán encuadrar en una federación, gestionarán la solicitud de los distintos permisos necesarios para la visita a los yacimientos y los seguros de responsabilidad civil y daños a terceros de sus asociados.

La pertenencia a estos grupos puede ser compatible con la obtención de una licencia o autorización administrativa.

Tras esta primera fase de inventario de yacimientos y de su interés patrimonial, es cuando los aficionados pueden conocer las medidas de gestión y protección adoptadas en cada municipio, que pueden incluir la recogida de ejemplares de una manera respetuosa con el medio ambiente tras el pago de una tasa, como vimos en algunos yacimientos del ámbito internacional. Pero también se hace necesario que su actividad recolectora se ajuste a una serie de medidas que minimicen al máximo la problemática asociada. Estas medidas pueden quedar reflejadas en un código de buenas prácticas que debería ser de obligado cumplimiento. Debido al interés de estas recomendaciones y a su especificidad, estas recomendaciones se desarrollan a continuación en otro apartado.

V.3.1. Recomendaciones de buenas prácticas en relación con la recolección de minerales

En algunos países las organizaciones mineralogistas, con o sin intervención de las administraciones, han desarrollado códigos de conducta con el objeto de sentar los principios mínimos de la actividad recolectora de y minerales. Estos “códigos éticos o de buenas prácticas” suelen pasar a ser de obligado cumplimiento y su aceptación por escrito se hace necesaria, en algunos casos, para la obtención de los permisos de recolección de ejemplares.

Para la confección de una propuesta de recomendaciones de ámbito estatal, se han consultado, junto a varias disposiciones reglamentarias, los códigos de buenas prácticas existentes en algunos países de nuestro entorno europeo (Francia, Italia, Suiza), y los de Canadá y EE.UU. Además ha sido necesario adaptar algunas propuestas al escenario de usos y costumbres de nuestro país, extremo éste que nos ha llevado a incorporar varias recomendaciones.

El código ético que se presenta, podría ser aplicado en aquellos yacimientos que no estén amparados por alguna figura de protección, mientras no exista un desarrollo reglamentario en la legislación sobre el patrimonio natural, que regule la recolección de ejemplares en campo.

Este código ético consta de las siguientes recomendaciones:

- La recolección de minerales se realizará solicitando, en los casos en que sea necesario, los correspondientes permisos, tanto en terrenos públicos como privados.
- Se deberá estar informado sobre la legislación referida a la recolección de minerales, siendo obligatorio el cumplimiento de la normativa.
- No se podrán utilizar, sin el permiso reglamentario, explosivos, armas de fuego, ni cualquier medio mecanizado para la extracción de ejemplares (excavadoras, palas mecánicas, dragas, martillos neumáticos, palancas hidráulicas, etc.).
- Se recomienda que todos los coleccionistas/recolectores de minerales estén asociados a grupos o asociaciones mineralógicas.
- Los recolectores y subsidiariamente las asociaciones organizadoras de las excursiones a los yacimientos, serán responsables de los daños que se puedan producir derivados de su actividad.
- Se respetarán los accesos a las fincas o terrenos donde se ubiquen los yacimientos, dejando los cierres o cancelas en el mismo estado en que se encontraron.
- Sólo se podrán encender fuegos si hay zonas habilitadas al efecto, en concordancia con la respectiva normativa, siendo obligatorio asegurarse de que están completamente extinguidos antes de abandonar el lugar. También queda terminantemente prohibido arrojar colillas o cerillas encendidas.
- No se podrán arrojar residuos en los yacimientos y, en la medida de lo posible, se recogerán los ya depositados.

- Se velará por no entorpecer, deteriorar o ensuciar caminos, carreteras, vías férreas, canales de conducción, pozos, embalses y cualquier otra obra pública o privada, ni se deberán contaminar arroyos, ríos, u otros suministros de agua.
- En el caso de hallazgos en los que se sospeche especial interés (nuevas especies, paragénesis no descritas anteriormente o ejemplares de alto interés museístico), y el/los descubridores no se sientan capacitados para su valoración, será necesario recurrir a personas o instituciones que definan dicho interés.
- Tras la extracción de ejemplares mediante excavaciones manuales en el terreno, se procederá a la restauración del mismo con el fin de evitar daños al ganado o al tránsito de las personas. Asimismo, se procurará reducir al máximo el impacto visual y ecológico, excepto en explotaciones mineras (minas y canteras), ya que su alto impacto antrópico previo sólo puede ser corregido mediante los planes de restauración llevados a cabo por la propia empresa explotadora al término de las labores.
- Sólo se recogerán los ejemplares estrictamente necesarios para incrementar las distintas colecciones y se protegerán adecuadamente para el transporte hasta la ubicación en las mismas.
- La recogida de material en cuevas naturales y en cualquier elemento kárstico, sólo se podrá realizar con fines científicos y mediante la obtención de los permisos oportunos.
- Aceptación del principio de que la búsqueda deberá ser sencillamente con el objetivo científico y de coleccionismo, por tanto no lucrativo.
- Los recolectores de minerales valorarán y protegerán el medio ambiente, velando por el disfrute del mismo por las generaciones futuras. También tenderán a colaborar con la comunidad científica, con los museos y con todas las actividades de fines educativos, didácticos o científicos.

V.4. Medidas de gestión aplicables al patrimonio geológico mueble

Los minerales, individualmente poseen un valor intrínseco que los convierte en elementos de interés, pero además, una vez que ingresan en un museo, se convierten en una parte de un todo que es la colección, y por tanto, adquiere unos valores de los que carecía de forma individual. Esta particularidad hace que sea necesario considerar ambos aspectos (ejemplar y colección) a la hora de abordar su gestión adecuada.

Recientemente se ha puesto a la venta una parte de la conocida colección Folch, que es una de las colecciones privadas más importantes del ámbito internacional, debido a la calidad extrema de los ejemplares que la componen y a la enorme cantidad de minerales históricos que contiene (Montgomery, 1971; Bancroft, 1973; Buchard y Bode, 1986; Guillemin y Mantiene, 1989). Como es natural, estos minerales han pasado al mejor postor, ya que el fin último de la venta es obtener el mejor precio posible, utilizando los ingresos obtenidos, en este caso, para la actualización de la colección que permanecía estancada desde la muerte de su creador en el año 1984.

Parece de sentido común que los museos públicos deberían no sólo tener conocimiento de la puesta en venta de este tipo de colecciones de alto interés cultural, sino que deberían ostentar una posición de privilegio sobre la misma. Nos referimos a que estos ejemplares, una vez peritados por la propia administración, deberían ampararse en algún tipo de figura de protección de las señaladas en (por ejemplo BIC o algo similar), que obligase al propietario a informar de las condiciones de la venta de la colección a la autoridad cultural competente de ámbito local o regional, para que éstas a su vez puedan pujar con algún derecho de tanteo y retracto. En el caso de que los museos locales o regionales no puedan disponer de fondos suficientes para realizar la compra, este derecho de tanteo y retracto debería pasar a los museos públicos de carácter nacional o incluso a los museos de otras comunidades.

Esto que parece algo impensable en nuestro país, ya ocurre en otros países de nuestro entorno: en Francia, en el año 2010 se declaró a un solo ejemplar excepcional cristalizado de cuarzo con fluorita como “Bien Cultural de Interés Patrimonial Preferente”, con el único propósito de que los museos públicos tuvieran ese derecho de tanteo y retracto sobre la compra del ejemplar (de Ascensão, 2010).

Las recomendaciones que podrían paliar esta problemática y que ya son de aplicación a otros elementos patrimoniales son las siguientes:

- Los bienes muebles del patrimonio geológico podrán ser declarados bienes de interés cultural de forma individual o como colección. Esto permite no sólo la declaración de interés patrimonial de las colecciones más importantes, sino también la de los ejemplares singulares de alto interés patrimonial.
- Se recomienda la realización de un censo de colecciones privadas musealizadas, ya que en principio son las que presentan mayor interés y podrían formar parte del patrimonio geológico mueble público y, por tanto, ser objeto de declaración de alguna figura de protección.

- Si una colección es declarada según alguna figura de protección (ya sea BIC o cualquier otra), la segregación de la misma sólo se podrá realizar mediante la autorización del departamento competente de las comunidades autónomas.
- Las administraciones competentes, tendrán derecho de tanteo y retracto cuando se pretenda vender un elemento declarado como patrimonio geológico mueble, ya sea colección o ejemplar.
- En el caso de un elemento declarado con alguna figura de protección cuya conservación sea deficiente, las comunidades autónomas podrán acordar su depósito provisional en un lugar que cumpla las condiciones adecuadas de seguridad y conservación.
- Si existe peligro real de destrucción o deterioro grave de un elemento declarado con alguna figura de protección, la administración podrá expropiar dicho bien apelando al interés social.

V.5. Medidas de gestión referidas a las aportaciones del coleccionismo

Una de las principales aportaciones del coleccionismo son las donaciones a museos públicos. Se recomienda que cuando el museo reciba una donación corresponderá con la entrega de un certificado donde figure la relación de los ejemplares donados y el uso al que se destinarán, que podrá ser la exposición en vitrina, la custodia en los fondos o la utilización en talleres y otras actividades propias del museo. Los ejemplares destinados a la exposición o a integrar los fondos del museo, serán inventariados dejando constancia por escrito de la filiación del donante. Pero además, en algunos casos, las donaciones podrán dar lugar a determinados beneficios tributarios. Como recoge el artículo 16 de la Ley 49/2002, de 23 de diciembre, de régimen fiscal de las entidades sin fines lucrativos y de los incentivos fiscales al mecenazgo, para que las donaciones den derecho a aplicar una deducción deben estar destinadas a alguno de estos tipos de entidades:

Entidades sin fines lucrativos a las que sea de aplicación el régimen fiscal establecido en el Título II de la Ley 49/2002, de 23 de diciembre, de régimen fiscal de las entidades sin fines lucrativos y de los incentivos fiscales al mecenazgo.

- a) El Estado, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales, así como los Organismos autónomos del Estado y las entidades autónomas de carácter análogo de las Comunidades Autónomas y de las Entidades Locales.
- b) Las universidades públicas y los colegios mayores adscritos a las mismas.
- c) El Instituto Cervantes, el Institut Ramon Llull y las demás instituciones con fines análogos de las Comunidades Autónomas con lengua oficial propia.

- d) Los Organismos Públicos de Investigación dependientes de la Administración General del Estado.

Las donaciones de ejemplares a los museos aportan al donante la satisfacción de estar incrementando el acervo de los mismos, contribuyendo a aumentar el patrimonio geológico mueble que de esta forma queda preservado para generaciones futuras, pero además, en los supuestos contemplados en el punto anterior, conlleva una serie de beneficios fiscales en el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas. Así, según el artículo 18 de la Ley 49/2002, de régimen fiscal de las entidades sin fines lucrativos y de los incentivos fiscales al mecenazgo, para aportaciones hasta 150 euros, la deducción de la cuota íntegra es del 75% del importe satisfecho. Si la donación es mayor a 150 euros, la deducción aplicable es del 30%.

En lo que respecta al hallazgo de especies de interés, que en ocasiones pueden constituir nuevas especies, o al de yacimientos desconocidos en el ámbito científico, es donde mayor aportación realiza el coleccionismo de minerales en el ámbito científico. Sólo hay que echar un vistazo al listado de los últimos descubrimientos en nuestro país para observar que la colaboración de los coleccionistas es un hecho objetivo (Jambor *et al.*, 2002; González del Tánago *et al.*, 2003; Viñals *et al.*, 2008b). Aparte del reconocimiento que supone el hecho de que algunos minerales llevan el nombre de sus descubridor (p.e. Barahonaíta-(Al) y Barahonaíta-(Fe), nombradas en honor al coleccionista que las encontró, Antonio Barahona), se recomienda que los grupos mineralógicos y otras asociaciones relacionadas con la mineralogía, editen revistas o folletos donde estos aficionados puedan divulgar sus hallazgos. En el caso de asociaciones científicas y para evitar el posible intrusismo que se pueda derivar de la publicación de estos hallazgos, se recomienda la edición de boletines de ámbito divulgativo, que no interfieran en otros trabajos del ámbito científico.

V.6. Recomendaciones relativas al comercio de minerales

En el capítulo III de esta tesis se pudo observar que, asociado al coleccionismo de minerales, se desarrolla todo un entramado de ferias y mercados de minerales, donde los coleccionistas adquieren sus ejemplares, así como los museos, que de esta forma amplían los fondos que constituyen el patrimonio geológico mueble.

Esta actividad, que a primera vista parece inocua, también interacciona con el patrimonio geológico y, como veremos a continuación, no siempre positivamente.

En primer lugar, sólo se debe permitir el comercio de ejemplares obtenidos legalmente en yacimientos donde expresamente esté autorizada su recolección. En líneas generales, nos estamos refiriendo a ejemplares procedentes de explotaciones mineras que permiten ese comercio. No hay que olvidar que en muchas de estas explotaciones, los minerales de colección son un subproducto que genera una importante riqueza para los países de procedencia y numerosos puestos de trabajo. Sin embargo, no se trata de traspasar el problema del comercio de patrimonio mueble a zonas donde no exista legislación sobre su protección, o ésta sea demasiado laxa y permita su expolio. La protección del patrimonio mueble, ha de llevarse a cabo en el ámbito internacional y ningún país debe permitir el comercio de estos elementos patrimoniales.

Por otra parte, se entiende que los vendedores están al corriente de sus obligaciones fiscales, pero se recomienda que en las ferias de minerales sea un requisito indispensable que los expositores aporten la documentación acreditativa de la posesión de la licencia de actividades económicas que les autoriza para la venta de minerales. Esta medida, que puede parecer insignificante, permite reducir el intrusismo que se produce sobre los profesionales del sector y contribuye a regularizar la situación de las personas que permanecen al margen del sistema solidario de aportaciones por vía fiscal. Se entiende por tanto, que la venta de minerales por parte de aficionados ha de quedar prohibida, tanto al público en general, como a los propios profesionales del comercio de minerales. De esta forma, se favorece la protección de los yacimientos que son expoliados con intereses económicos.

Los vendedores profesionales deberán aportar las correspondientes facturas de adquisición de los ejemplares, en caso de requerimiento tributario, ya sea mediante oficio, o en labores de inspección de agentes tributarios o personal de inspección. Además, los ejemplares deberán estar correctamente etiquetados, para la posible comprobación de la especie y yacimiento. Esto permitirá el conocimiento de posibles infracciones como la venta de ejemplares robados, la de minerales procedentes de yacimientos protegidos o de importaciones ilegales.

En la venta de ejemplares a instituciones públicas y museos, se recuerda la obligación de expedir la correspondiente factura donde consten los datos del vendedor, la relación de ejemplares vendidos y el precio desglosado de los mismos, con indicación del impuesto sobre el valor añadido (IVA) aplicado.

En el caso de mesas o ferias de intercambio de minerales entre aficionados, se debería considerar una actividad comercial cuando se expongan numerosos ejemplares procedentes del mismo yacimiento. El número de ejemplares expuestos del mismo

yacimiento estará en función de la fragilidad del mismo y nunca podrá ser mayor de 10. De esta forma se dificulta una actividad pseudo comercial de los coleccionistas y el expolio de los yacimientos.

V.7. Medidas de gestión relacionadas con la minería y la obra pública

Tanto la obra pública como la explotación minera suelen ser responsables del alumbramiento de yacimientos minerales que aportan ejemplares a museos y colecciones de interés. Estas intervenciones sobre el terreno pueden tener una duración efímera, por lo que se corre el peligro de que puedan pasar desapercibidas para el ámbito científico y los museos.

Se recomienda la entrega de ejemplares a los museos de referencia, así como la posibilidad de obtención de permisos a investigadores y personal de los museos para el estudio y la recolección de muestras. Esta recolección se hará conforme a las especificaciones técnicas y de seguridad que señalen las empresas explotadoras, sin que en ningún caso se cause un perjuicio para las mismas.

Se debería estudiar la posibilidad de aplicar beneficios fiscales a las empresas que, habiendo concedido este tipo de permisos, sean las responsables del aumento del acervo de los museos, o de la aparición de nuevas especies minerales.

V.8. Propuesta de valoración de los yacimientos minerales como patrimonio geológico

Para la elaboración de una propuesta de valoración del patrimonio mineralógico se han tenido como base las pautas marcadas en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), que se lleva a cabo en el Instituto Geológico y Minero de España (García-Cortés *et al.*, 2014).

La utilización de esta metodología se justifica por el hecho de que el IELIG tiene un ámbito de aplicación nacional, se adapta a los requerimientos contenidos en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad (LPNB) y para su desarrollo se han considerado las aportaciones de interés recogidas en el resto de inventarios.

Sin embargo, se considera recomendable introducir una serie de modificaciones al IELIG para conseguir su adaptación a la valoración del patrimonio mineralógico. Esto es debido a que los LIGs de interés mineralógico presentan una característica intrínseca que los distinguen de la mayor parte del resto del patrimonio geológico: la dualidad de poder

constituir tanto patrimonio geológico inmueble, como mueble. Esta característica repercute en que algunos de los parámetros valorados en el IELIG entran en contradicción con lo que cabría esperar en pro de la correcta valoración de estos LIGs.

V.8.1. Parámetros para determinar el valor de los LIG: modificaciones propuestas al Anejo V del IELIG

Los parámetros empleados en el IELIG para calcular el valor de los LIGs son: representatividad (R), carácter de localidad tipo (T), grado de conocimiento del lugar (K), estado de conservación (C), condiciones de observación (O), rareza (A), diversidad (D), contenido didáctico (C_{DD}), infraestructura logística (I_L), accesibilidad (A_C), tamaño del LIG (E), asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (N_H), espectacularidad o belleza (B), contenido divulgativo (C_{DV}), potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas (P_{TR}), proximidad a zonas recreativas (Z_R) y entorno socioeconómico (E_S). El peso relativo que aporta cada uno de estos parámetros queda reflejado en la Tabla 9.

A continuación se señalan los parámetros que se recomienda adaptar para poder aplicar el IELIG a los yacimientos de interés mineralógico:

1) Grado de conocimiento del lugar (K): el interés científico de un lugar favorece que pueda ser objeto de publicaciones y estudios científicos, aspecto valorado en el IELIG. Sin embargo, existen diversos factores que motivan el estudio de una zona independientemente de que tenga interés científico. Por ejemplo, muchos yacimientos de escaso interés mineralógico han generado extensa bibliografía, por el hecho de que pueden ser objeto de explotación en función de las necesidades de los mercados de materias primas o de rocas y minerales industriales.

También en ocasiones se realizan estudios o trabajos motivados por el apego o querencia de los autores a un territorio, independientemente del interés científico del mismo.

Otro factor que puede favorecer la existencia de bibliografía sobre un lugar es la proximidad del mismo a centros de investigación o universidades, lo cual facilita el trabajo de campo y reduce los costes de desplazamiento.

Pero además, el conocimiento de los yacimientos minerales puede contribuir a un aumento de la posibilidad de expolio, por lo que repercute negativamente en su conservación cuando no está debidamente gestionado y protegido.

Por tanto, la propuesta que hacemos es suprimir la valoración de este parámetro en el IELIG a la hora de valorar yacimientos de interés mineralógico e incorporar las reseñas bibliográficas en la ficha descriptiva de los LIGs (Anejo IV del IELIG).

Parámetros \ Valor	Científico	Didáctico	Turístico o recreativo
	Peso	Peso	Peso
Representatividad	30	5	0
Carácter localidad tipo	10	5	0
Grado de conocimiento científico del lugar	15	0	0
Estado de conservación	10	5	0
Condiciones de observación	10	5	5
Rareza	15	5	0
Diversidad geológica	10	10	0
Contenido didáctico / uso didáctico	0	20	0
Infraestructura logística	0	15	5
Densidad de población	0	5	5
Accesibilidad	0	10	10
Tamaño del LIG (relacionado con la no fragilidad)	0	5	15
Asociación con elementos eco-culturales	0	5	5
Espectacularidad o belleza	0	5	20
Contenido divulgativo / uso divulgativo	0	0	15
Potencialidad para realizar actividades	0	0	5
Cercanía a zonas recreativas	0	0	5
Entorno socioeconómico	0	0	10
Total pesos	100	100	100

Tabla 9. Resumen de los coeficientes de ponderación utilizados para cada parámetro en función del tipo de valor que se calcule (científico, didáctico y turístico o recreativo) (Anejo V del IELIG).

2) Estado de conservación (C): un yacimiento de interés mineralógico puede ser un lugar fuertemente degradado, como por ejemplo una labor minera o los desmontes y canteras realizados en obra civil, lugares que, en ocasiones, pueden exponer yacimientos minerales de alto interés. Es por este motivo que la redacción de los apartados valorativos de este parámetro en el IELIG, no es siempre aplicable al caso de yacimientos minerales de interés. La propuesta es que, cuando se trate de la evaluación de un yacimiento de interés mineralógico, la valoración de la degradación sea la siguiente:

Fuertemente degradado: apenas quedan restos de las paragénesis minerales del yacimiento. Puntuación 0.

Degradado: Se ha perdido la mayor parte de la diversidad mineralógica del yacimiento. Puntuación 0.

Alterado: con deterioros que perjudican la diversidad mineralógica del yacimiento. Puntuación 1.

Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor mineralógico del yacimiento. Puntuación 2.

Favorable: el yacimiento se encuentra bien conservado, conservando íntegramente sus paragénesis minerales. Puntuación 4.

En cuanto al peso ponderado de este parámetro en función de los tres usos posibles (científico, didáctico y turístico-recreativo), no se proponen cambios en la matriz utilizada en el IELIG.

3) Diversidad (D): en este caso, la diversidad se ha de entender como “diversidad mineralógica”, según lo expuesto en el apartado de aportaciones legislativas.

Los distintos niveles de puntuación recomendados en la matriz del IELIG son:

Baja diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de hasta 5 especies minerales. Puntuación 0.

Diversidad media: se observan o se ha descrito la presencia de entre 6 y 20 especies minerales.

Puntuación 1.

Alta diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de entre 21 y 50 especies minerales.

Puntuación 2.

Muy alta diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de más de 50 especies minerales.

Puntuación 4.

En cuanto al peso ponderado de este parámetro en función de los usos científico y didáctico, no se proponen cambios en la matriz utilizada en el IELIG, ya que se considera que la diversidad mineralógica es un caso particular de la diversidad geológica.

5) Espectacularidad o belleza (B): según el IELIG, la máxima puntuación en este apartado sólo se obtiene cuando coinciden estas tres características:

- Amplitud de relieve alta.
- Cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua o hielo.
- Variedad cromática notable.

Estas características sólo son aplicables al patrimonio geológico inmueble, por lo que es imposible que un lugar de alto interés mineralógico o de reducidas dimensiones pueda obtener la máxima puntuación. Sin embargo, hay lugares, como la cueva de cristales de yeso en Naica (México), la “Geoda de Pulpí” (Almería), la Cueva del Debar (Macedonia), o algunas cavidades kársticas excepcionales, cuya belleza y espectacularidad debería ser valorada con la máxima puntuación.

Estas reflexiones nos llevan a realizar la siguiente propuesta para la máxima puntuación del carácter “Espectacularidad o belleza”:

Coincidencia de las tres primeras características o elementos geológicos cuya belleza o espectacularidad son excepcionales en el ámbito internacional. Puntuación 4.

Tampoco se proponen cambios en la matriz utilizada en el IELIG en lo que respecta al peso ponderado de este parámetro en función de los usos señalados.

- 6) Para terminar con la valoración, se introduce un parámetro que hace expresa referencia al **patrimonio mueble**. Creemos que si un LIG aporta material geológico a museos y colecciones de interés, posee un valor intrínseco que es necesario recoger en el IELIG. La propuesta es la siguiente:

- Aportación de material al patrimonio geológico mueble (M_{PM}):

No aporta material a museos y colecciones de interés. Puntuación 0.

Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito local y/o regional. Puntuación 1.

Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito nacional. Puntuación 2.

Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito internacional. Puntuación 4.

En este caso, al ser un parámetro nuevo, se hace necesario justificar una propuesta de ponderación en función de los usos previstos (científico, didáctico y turístico-recreativo). Así, con respecto al “uso científico”, se propone un peso ponderado del 15%. Esto es debido a que, desde el punto de vista científico, la presencia de ejemplares de un determinado yacimiento en los museos, favorece en gran medida su conocimiento y estudio científico, factor éste que aumenta con la importancia del museo ya que es directamente proporcional al número de investigadores que tienen acceso al ejemplar y a las posibilidades del propio museo de llevar a cabo estudios científicos sobre el mismo.

En cuanto al “uso didáctico”, se propone un peso ponderado del 10%. No en vano, los museos disponen de medios muy variados además de las propias exhibiciones, como son las exposiciones temporales, cursos y conferencias, programas especializados,

materiales didácticos, etc., que generan actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje (Guisasola y Morentin, 2007).

También resulta evidente que la presencia de ejemplares de interés museístico en un yacimiento favorece la visita al mismo por parte, tanto del propio personal de los museos, como de los coleccionistas en general. Esta realidad palpable tiene su vertiente positiva, ya que a la postre se posibilita la incorporación de ejemplares a los museos y colecciones de interés, pero también acarrea graves problemas relacionados con el expolio de los yacimientos. Por tanto, como ambos factores son equiparables, se recomienda no asignar un peso ponderado al uso turístico-recreativo mientras la normativa no incluya la gestión de la recogida de ejemplares en los yacimientos.

Como quiera que en la matriz utilizada en el IELIG cada uno de los factores se expresa porcentualmente según los tres usos previstos, los pesos ponderados propuestos anteriormente han de conjugarse con el resto caracteres valorados. Así, el carácter de “aportación de material al patrimonio geológico mueble (M_{PM})”, introduce sendos pesos ponderados en los usos científico y didáctico, que han de ser compensados por el resto de caracteres. El desfase en el peso del uso científico, se integra directamente por la supresión del parámetro “grado de conocimiento científico del lugar”. Este parámetro representaba el 15% del peso del uso científico, que es el mismo porcentaje asignado en este uso al parámetro “aportación de material al patrimonio geológico mueble (M_{PM})”.

Sin embargo, en el uso didáctico se genera un desfase del 10% procedente del peso relativo al carácter introducido, “aportación de material al patrimonio geológico mueble”, ya que no se ha suprimido ningún parámetro que aporte un peso ponderado en este uso. Este 10% se ve incrementado en un 5% con el peso ponderado que se asignó anteriormente al carácter “tamaño del LIG”. Se recomienda integrar este 15% entre los parámetros “infraestructura logística”, “densidad de población” y “accesibilidad”, ya que al ser los yacimientos minerales elementos puntuales y normalmente más sensibles al expolio que el resto del patrimonio geológico, son estos parámetros los que inciden de manera más negativa en su conservación. Como quiera que el peso ponderado de estos parámetros, referidos al valor didáctico, es respectivamente 15, 5 y 10 %, el desfase producido por la introducción del parámetro “Aportación de material al patrimonio geológico mueble (M_{PM})” en este valor didáctico se puede integrar reduciendo un 5 % en “Infraestructura logística”, que aporta un 15 %, y otro 5 % en “Accesibilidad”, que aporta un 10 %, quedando por tanto en 10 y 5 % respectivamente.

La matriz de cálculo de los valores científico, didáctico y turístico-recreativo se muestra en la Tabla 10.

VALORACIÓN				
Parámetros	Puntos	Valor científico	Valor didáctico	V. turístico o recreativo
Representatividad (R)				
Poco útil como modelo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso	0	X 30	x 5	x 0
Útil como modelo para representar parcialmente un rasgo o proceso	1	X 30	x 5	x 0
Útil como modelo para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	2	x 30	x 5	x 0
Mejor ejemplo conocido, a nivel del dominio geológico considerado, para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso	4	x 30	x 5	x 0
Carácter de localidad tipo (T)				
No cumple, por defecto, con estas tres siguientes premisas	0	x 10	x 5	x 0
Localidad de referencia regional	1	x 10	x 5	x 0
Localidad de referencia (metalogénica, petrológica, mineralógica, tectónica, estratigráfica etc.) utilizada internacionalmente, o localidad tipo de fósiles, o biozonas de amplio uso científico	2	x 10	x 5	x 0
Estratotipo aceptado por la IUGS o localidad tipo de la IMA	4	x 10	x 5	x 0
Aportación de material al patrimonio geológico mueble (M_{PM})				
No aporta material a museos y colecciones de interés	0	x 15	x 10	x 0
Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito local y/o regional	1	x 15	x 10	x 0
Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito nacional	2	x 15	x 10	x 0
Aporta material a museos y colecciones de interés en el ámbito internacional	4	x 15	x 10	x 0
Estado de conservación (C)				
Fuertemente degradado: apenas quedan restos de las paragénesis minerales del yacimiento	0	x 10	x 5	x 0
Degradado: Se ha perdido la mayor parte de la diversidad mineralógica del yacimiento	0	x 10	x 5	x 0
Alterado: con deterioros que perjudican la diversidad mineralógica del yacimiento	1	x 10	x 5	x 0

Favorable con alteraciones: algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor mineralógico del yacimiento	2	x 10	x 5	x 0
Favorable: el yacimiento se encuentra bien conservado, conservando íntegramente sus paragénesis minerales	4	x 10	x 5	x 0
Condiciones de observación (O)				
Con elementos que enmascaran fuertemente las características de interés	0	x 10	x 5	x 5
Con elementos que enmascaran el LIG y que impiden apreciar algunas características de interés	1	x 10	x 5	x 5
Con algún elemento que no impiden observar el LIG en su integridad.	2	x 10	x 5	x 5
Perfectamente observable prácticamente en su integridad con facilidad	4	x 10	x 5	x 5
Rareza (A)				
Existen bastantes lugares similares en la región	0	x 15	x 5	x 0
Uno de los escasos ejemplos conocidos a nivel regional	1	x 15	x 5	x 0
Único ejemplo conocido a nivel regional	2	x 15	x 5	x 0
Único ejemplo conocido a nivel nacional (o internacional)	4	x 15	x 5	x 0
Diversidad mineralógica (D)				
Baja diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de hasta 5 especies minerales	0	x 10	x 10	x 0
Diversidad media: se observan o se ha descrito la presencia de entre 6 y 20 especies minerales	1	x 10	x 10	x 0
Alta diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de entre 21 y 50 especies minerales	2	x 10	x 10	x 0
Muy alta diversidad: se observan o se ha descrito la presencia de más de 50 especies minerales	4	x 10	x 10	x 0
Contenido didáctico (C_{DD})				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 20	x 0
Ilustra contenidos curriculares universitarios	1	x 0	x 20	x 0
Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo	2	x 0	x 20	x 0
Está siendo utilizado habitualmente en actividades didácticas de cualquier nivel del sistema educativo	4	x 0	x 20	x 0
Infraestructura logística (L)				

No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 10	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de hasta 20 personas a menos de 25 km	1	x 0	x 10	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 25 km	2	x 0	x 10	x 5
Alojamiento y restaurante para grupos de 40 personas a menos de 5 km	4	x 0	x 10	x 5
Densidad de población (demanda potencial inmediata) (D_P)				
Menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1	x 0	x 5	x 5
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2	x 0	x 5	x 5
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4	x 0	x 5	x 5
Accesibilidad (A_c)				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, barco, etc.)	0	x 0	x 5	x 10
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismos	1	x 0	x 5	x 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	x 0	x 5	x 10
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	x 0	x 5	x 10
Tamaño del LIG (E)				
Rasgos métricos (vulnerables por las visitas, como espeleotemas, etc.)	0	x 0	x 5	x 15
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas)	1	x 0	x 5	x 15
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	2	x 0	x 5	x 15
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	4	x 0	x 5	x 15
Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural (N_H)				
No existen elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	0	x 0	x 5	x 5
Presencia de un único elemento del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	1	x 0	x 5	x 5
Presencia de varios elementos del patrimonio natural o cultural en un radio de 5 km	2	x 0	x 5	x 5
Presencia de varios elementos tanto del patrimonio natural como del cultural en un radio de 5 km	4	x 0	x 5	x 5

Espectacularidad o belleza (B)				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 5	x 20
1) Amplitud de relieve alta o bien 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) o bien 3) variedad cromática notable. También fósiles y/o minerales vistosos	1	x 0	x 5	x 20
Coincidencia de dos de las tres primeras características. También fósiles o minerales espectaculares	2	x 0	x 5	x 20
Coincidencia de las tres primeras características o elementos geológicos inmuebles cuya belleza o espectacularidad son excepcionales en el ámbito internacional	4	x 0	x 5	x 20
Contenido divulgativo (C_{DV})				
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas	0	x 0	x 0	x 15
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural	1	x 0	x 0	x 15
Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la Geología	2	x 0	x 0	x 15
Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas	4	x 0	x 0	x 15
Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas (P_{TR})				
Sin posibilidades turísticas ni de realizar actividades recreativas	0	x 0	x 0	x 5
Posibilidades turísticas o bien posibilidad de realizar actividades recreativas	1	x 0	x 0	x 5
Posibilidades turísticas y posibilidad de realizar actividades recreativas	2	x 0	x 0	x 5
Existen actividades organizadas	4	x 0	x 0	x 5
Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata) (Z_R)				
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)	0	x 0	x 0	x 5
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1	x 0	x 0	x 5
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2	x 0	x 0	x 5
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	x 0	x 0	x 5

Entorno socioeconómico (Es)				
Comarca con índices de renta per cápita, educación y ocupación superiores a la media regional	0	x 0	x 0	x 10
Lugar situado en comarca con índices de renta per cápita, educación y ocupación similares a la media regional pero inferiores a la media nacional	1	x 0	x 0	x 10
Lugar situado en comarca con índices de renta per cápita, educación y ocupación inferiores a la media regional	2	x 0	x 0	x 10
Lugar situado en comarca con declive socioeconómico	4	x 0	x 0	x 10
SUMAS		Σ_C	Σ_D	Σ_T
VALOR (sobre 10)		$V_C = \frac{\Sigma_C}{40}$	$V_D = \frac{\Sigma_D}{40}$	$V_T = \frac{\Sigma_T}{40}$

Tabla 10. Matriz de cálculo de los valores científico, didáctico y turístico (modificado del Anejo V del IELIG).

De acuerdo con esta matriz de cálculo, los valores científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico-recreativo (V_T), de 0 a 10, pueden formularse en forma de algoritmo, mediante las siguientes expresiones:

$$V_C = 1/40 \times [30 \times R + 15 \times (M_{PM} + A) + 10 \times (T + C + O + D)]$$

$$V_D = 1/40 \times [20 \times C_{DD} + 10 \times (M_{PM} + D + I_L) + 5 \times (R + T + C + O + A + D_P + A_C + E + N_H + B)]$$

$$V_T = 1/40 \times [20 \times B + 15 \times (E + C_{DV}) + 10 \times (A_C + E_S) + 5 \times (O + I_L + D_P + N_H + P_{TR} + Z_R)]$$

Como norma general, sujeta a reconsideraciones puntuales, se considerarán LIG de muy alto valor aquéllos que superen los 6,65 puntos. Serán LIG de valor alto aquéllos cuyas puntuaciones estén comprendidas entre 3,33 y 6,65 y, finalmente, se considerarán de valor medio los LIG con puntuaciones inferiores a 3,33 puntos. Habría que reconsiderar la inclusión en el IELIG de todos aquellos LIG cuyo valor, tanto científico, como didáctico y turístico, fuera inferior a 1,25 puntos.

V.8.2. Parámetros para valoración de la susceptibilidad de degradación: modificaciones propuestas al Anejo VI del IELIG

Con las recomendaciones propuestas en el punto anterior se llegaría a la selección de los LIGs de interés mineralógico, pero en el IELIG también se marcan unas pautas para analizar la prioridad de protección de los mismos. Para ello se establece la susceptibilidad de degradación que presenta un LIG en función de su tamaño, su fragilidad y su vulnerabilidad, tanto natural como por causas antrópicas.

En lo que se refiere al tamaño del LIG (E_F), los valores determinados en el Anejo VI ya tienen en cuenta la posibilidad de que el LIG sea de reducidas dimensiones, como ocurre normalmente con los yacimientos minerales, por lo que no se introducen recomendaciones al respecto.

En cuanto a la fragilidad (F), todos los factores valorados se refieren a la resistencia de las distintas litologías y surge un pequeño inconveniente a la hora de su aplicación a los yacimientos minerales. Esto es debido a que el yacimiento se puede alojar en una litología muy resistente (por ejemplo una pegmatita) y sin embargo la mineralización se localice en zonas de distinta resistencia (por ejemplo en cavidades miarolíticas incluidas en la pegmatita). Como quiera que la resistencia de ambas (pegmatita y cavidad miarolítica) repercuten en la fragilidad del yacimiento, habría que considerarlas en conjunto para su valoración, atendiendo principalmente a la zona donde se localiza la mineralización. A título de ejemplo, si el yacimiento se localiza en cavidades miarolíticas con elevada fracturación, dentro de una pegmatita muy resistente con escasa fracturación y/o meteorización, presentará una fragilidad moderada, más acorde con las cavidades miarolíticas que con la matriz pegmatítica. Esto se puede solucionar en el Anejo VI bien asumiendo que litología es sinónimo de yacimiento mineral, o introduciendo la palabra “yacimientos minerales” a continuación de la palabra “litologías”, ya que de esta forma se incide en el hecho de que la litología donde se emplaza el yacimiento mineral, puede presentar distinta fragilidad que el lugar físico donde se ubican los minerales. La redacción definitiva sería:

Litologías y yacimientos minerales muy resistentes (cuarcitas y similares), con escasa fracturación y sin meteorización. Valor 1.

Litologías y yacimientos minerales resistentes o muy resistentes pero con elevada fracturación y/o meteorización. Valor 5.

Litologías y yacimientos minerales blandos consolidados, con escasa fracturación y/o meteorización. Valor 10.

Litologías y yacimientos minerales no consolidados, o consolidados pero blandos y muy fracturados y/o meteorizados. Valor 20.

En lo referido a las amenazas naturales (A_N), no se proponen cambios en la matriz del IELIG.

Para el cálculo de la susceptibilidad de degradación por causas naturales (S_{DN}), se multiplica el factor tamaño (E_F) por la vulnerabilidad natural (V_N). La vulnerabilidad natural viene dada, a su vez, por el producto de la fragilidad (F) por las amenazas naturales (A_N):

$$S_{DN} = E_F \times V_N = E_F \times F \times A_N$$

S_{DN} adoptará valores entre 0 y 10, de acuerdo con los valores de E_F , F y A_N , que se reflejan en la Tabla 11:

Factor tamaño del LIG (E_F)	Valor
Rasgos métricos (vulnerables por la mera visita, como espeleotemas, estructuras geológicas poco consolidadas, etc.).	10/400
Rasgos decamétricos (no vulnerables por las visitas pero sensibles a actividades antrópicas más agresivas, como secciones estratigráficas, etc.)	6/400
Rasgos hectométricos (podrían sufrir cierto deterioro por actividades humanas)	3/400
Rasgos kilométricos (difícilmente deteriorables por actividades humanas)	1/400
Fragilidad (F)	Valor
Litologías y yacimientos minerales muy resistentes (cuarcitas o similares), con escasa fracturación y sin meteorización	1
Litologías y yacimientos minerales resistentes o muy resistentes pero con elevada fracturación y/o meteorización	5
Litologías y yacimientos minerales blandos consolidados, con escasa fracturación y/o meteorización	10
Litologías y yacimientos minerales no consolidados, o consolidados pero blandos y muy fracturados y/o meteorizados	20
Amenazas naturales (A_N)	Valor
LIG no significativamente afectado por procesos naturales (geológicos o biológicos)	1
LIG afectado por procesos naturales (geológicos o biológicos) de escasa relevancia	5
LIG afectado por procesos naturales (geológicos o biológicos) de relevancia moderada	10
LIG afectado por procesos naturales (geológicos o biológicos) de gran intensidad	20

Tabla 11. Valor de los factores *Tamaño del LIG* (E_F), *Fragilidad* (F) y *Amenazas naturales* (A_N) (modificado del Anejo VI del IELIG).

Con respecto a la susceptibilidad de degradación por amenazas antrópicas (S_{DA}), no se proponen cambios a la matriz utilizada en el IELIG. Para su cálculo se suman los valores de los parámetros recogidos en la Tabla 12 y se multiplican por el factor tamaño del LIG (E_F), obteniendo valores entre 0 y 10:

VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD POR AMENAZAS ANTRÓPICAS			
Interés para la explotación minera o hídrica (M)	Puntos	Peso	Valor
Sustancia sin interés o de escaso interés y sin explotaciones en la zona	0	x 25	
Sustancia de escaso o moderado interés y de la que ya hay explotaciones alternativas en la zona	1	x 25	
Sustancia de gran interés y de la que ya hay explotaciones alternativas en la zona	2	x 25	
Sustancia de gran interés y de la que no hay explotaciones alternativas en la zona ¹	4	x 25	
Vulnerabilidad al expolio (Ex)			
No hay yacimiento paleontológico ni mineralógico o son de difícil expolio	0	x 25	
Yacimiento paleontológico o mineralógico de escaso valor y fácil expolio	1	x 25	
Yacimiento paleontológico o mineralógico de gran valor, con numerosos ejemplares y fácil expolio	2	x 25	
Yacimiento paleontológico o mineralógico, con escasos ejemplares y fácil expolio	4	x 25	
Proximidad a actividades antrópicas (infraestructuras) (Urb)			
Lugar no amenazado	0	x 15	
Lugar situado a menos de 100 m de una carretera principal, de 1 km de una actividad industrial, minera, a menos de 2 km de suelo urbano en ciudades de menos de 100.000 habitantes o a menos de 5 km en poblaciones mayores	1	x 15	
Lugar colindante con una actividad industrial o minera, con suelo urbano no urbanizado o situado a menos de 25 m de una carretera principal.	2	x 15	
Lugar situado en una explotación minera, en suelo urbano o en el borde de una carretera principal	4	x 15	
Accesibilidad (agresión potencial) (Ac)			
No cumple, por defecto, con las tres siguientes premisas (p.e. carretera asfaltada sin posibilidad de aparcar, senda o camino, pista TT, tren turístico, barco, etc.)	0	x 10	
Acceso directo por pista sin asfaltar pero transitable por turismos	1	x 10	
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para turismos	2	x 10	
Acceso directo por carretera asfaltada con aparcamiento para autocar	4	x 10	

¹ En clima mediterráneo tendrán siempre esta puntuación los LIG donde el agua juegue un papel determinante.

Régimen de protección del lugar (P)			
Lugar situado en parques nacionales o naturales, reservas naturales u otra figura con plan de ordenación y guardería	1	x 5	
Lugar con figura de protección pero no sujeta a plan de ordenación y sin guardería También bienes de interés cultural en razón a su contenido paleontológico / arqueológico	2	x 5	
Lugar situado en suelo rural preservado de su transformación mediante la urbanización, por la ordenación territorial y urbanística, o lugar carente de figura alguna de protección	4	x 5	
Protección física o indirecta (P_F)			
Lugar no fácilmente accesible	0	x 5	
Lugar situado en zonas de acceso prohibido y protegidas con vallas difícilmente franqueables.	1	x 5	
Lugar situado en zonas de acceso prohibido pero sin vallar o con vallas fácilmente franqueables	2	x 5	
Lugar carente de todo tipo de protección física o indirecta	4	x 5	
Titularidad del suelo y régimen de acceso (T_s)			
Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad pública	1	x 5	
Lugar situado en áreas de acceso restringido y propiedad privada	2	x 5	
Lugar situado en áreas de acceso libre (propiedad pública o privada)	4	x 5	
Densidad de población (agresión potencial) (D_P)			
Menos de 100.000 habitantes en un radio de 50 km	0	x 5	
Más de 100.000 pero menos de 200.000 habitantes en un radio de 50 km	1	x 5	
Entre 200.000 y 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	2	x 5	
Más de 1.000.000 habitantes en un radio de 50 km	4	x 5	
Proximidad a zonas recreativas (agresión potencial) (Z_R)			
Lugar situado a más de 5 km de áreas recreativas (campings, playas, etc.)			
Lugar situado a menos de 5 km y más de 2 km de áreas recreativas	1	x 5	
Lugar situado a menos de 2 km y más de 500 m de un área recreativa	2	x 5	
Lugar situado a menos de 500 m de un área recreativa	4	x 5	
		100	

Tabla 12. Matriz de cálculo de la vulnerabilidad por amenazas antrópicas (Anejo VI del IELIG).

El algoritmo para el cálculo de la SDA, sería por tanto:

$$SDA = EF \times [25 \times (M + Ex) + 15 \times Urb + 10 \times Ac + 5 \times (P + PF + TS + DP + ZR)]$$

Y finalmente, puede estimarse la susceptibilidad de degradación de un LIG como el promedio de las susceptibilidades de degradación natural y antrópica:

$$SD = \frac{1}{2} (SDN + SDA)$$

Que tomará valores comprendidos entre 0 y 10.

V.8.3. Matriz de cálculo del riesgo de degradación y estimación de la prioridad de protección

Una vez incorporadas las modificaciones propuestas en los anejos V y VI del IELIG, se puede calcular el riesgo de degradación del LIG (Tabla 13):

Tipo de riesgo	Símbolo	Fórmula
Riesgo de degradación del valor científico por amenazas naturales	R_{DNC}	$R_{DNC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_{DN})$
Riesgo de degradación del valor didáctico por amenazas naturales	R_{DND}	$R_{DND} = 1/10 \cdot (V_D \times S_{DN})$
Riesgo de degradación del valor turístico por amenazas naturales	R_{DNT}	$R_{DNT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_{DN})$
Riesgo de degradación del LIG por amenazas naturales	R_{DN}	$R_{DN} = \text{MAX} (R_{DNC}, R_{DND}, R_{DNT})$
Riesgo de degradación del valor científico por amenazas antrópicas	R_{DAC}	$R_{DAC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_{DA})$
Riesgo de degradación del valor didáctico por amenazas antrópicas	R_{DAD}	$R_{DAD} = 1/10 \cdot (V_D \times S_{DA})$
Riesgo de degradación del valor turístico por amenazas antrópicas	R_{DAT}	$R_{DAT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_{DA})$
Riesgo de degradación del LIG por amenazas antrópicas	R_{DA}	$R_{DA} = \text{MAX} (R_{DAC}, R_{DAD}, R_{DAT})$
Riesgo de degradación del valor científico	R_{DC}	$R_{DC} = 1/10 \cdot (V_C \times S_D)$
Riesgo de degradación del valor didáctico	R_{DD}	$R_{DD} = 1/10 \cdot (V_D \times S_D)$
Riesgo de degradación del valor turístico	R_{DT}	$R_{DT} = 1/10 \cdot (V_T \times S_D)$
Riesgo de degradación del LIG	R_D	$R_D = \text{MAX} (R_{DC}, R_{DD}, R_{DT})$

Tabla 13. Anejo VII del IELIG.

La estimación de la prioridad de protección se hará en base al riesgo de degradación del LIG, de acuerdo con la Tabla 14:

NECESIDAD / PRIORIDAD DE PROTECCIÓN	R _{DA}
Alta (medidas de geoconservación urgentes)	Alto. Si $R_{DA} > 6,66$
Media (medidas de geoconservación a corto plazo)	Medio $3,33 \leq R_{DA} \leq 6,66$
Baja (medidas de geoconservación a medio o largo plazo)	Bajo $1 \leq R_{DA} < 3,33$
Nula (medidas de geoconservación innecesarias o a largo plazo)	No significativo Si $R_{DA} < 1$

Tabla 14. Estimación de la prioridad de protección (Anejo VII del IELIG).

V.9. Ejemplo de propuesta de evaluación previa a su incorporación en el IELIG: los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara

Se ha visto qué parámetros han de modificarse en el IELIG para que, de forma general, un yacimiento de interés mineralógico pueda ser valorado junto con el resto del patrimonio geológico. Pero en ocasiones se hace necesario realizar una evaluación previa debido a que en una zona concreta pueden existir numerosos yacimientos del mismo tipo. Por ejemplo, si nos fijamos en los yacimientos de aragonito del Keuper español, vemos que se han descrito más de una centena por distintas provincias (Jiménez Martínez, 2010; Jiménez Martínez *et al.*, 2005), por lo que se es importante seleccionar previamente los que verdaderamente deberían poder ser incluidos en los listados de lugares de interés geológico.

Como ejemplo se ha tomado precisamente los yacimientos de aragonito del Keuper de un ámbito geográfico determinado, la provincia de Guadalajara y se han seleccionado los parámetros que nos permiten discriminar los yacimientos de mayor interés.

Estos parámetros se agrupan en dos grupos: los relacionados con el yacimiento y los que se refieren a características intrínsecas de los ejemplares presentes en el mismo.

Los parámetros relacionados con el yacimiento son el carácter de “localidad tipo” y la “superficie de afloramiento”.

El primero de estos parámetros (localidad tipo), encuentra su justificación en el hecho de que es uno de los factores de mayor importancia científica a considerar a la hora de incorporar ejemplares en un museo. Es verdad que este parámetro también se utilizará posteriormente en la matriz de valoración del LIG, pero nos parece fundamental utilizarlo en

esta fase previa de evaluación ya que, la mera procedencia de los ejemplares de una localidad tipo, es suficiente para su inclusión en los listados de posibles LIG.

En lo que se refiere a la “superficie de afloramiento”, se justifica atendiendo a la posibilidad de expolio del yacimiento y a la abundancia de ejemplares en el mismo. En el caso de los yacimientos de aragonito, se ha observado que hay yacimientos cuyo afloramiento es de muy reducidas dimensiones, repercutiendo negativamente en la conservación del yacimiento y en la posibilidad de obtener ejemplares para los museos.

Los valores propuestos son:

- Yacimiento de gran extensión (> de 1 ha). Puntuación 0.
- Yacimiento de mediana extensión (> 5.000 m² y hasta 1 ha). Puntuación 1.
- Yacimiento de pequeña extensión (> 1.000 m² y hasta 5.000 m²). Puntuación 2.
- Yacimiento puntual (hasta 1.000 m²). Puntuación 4.

Los parámetros relacionados con los ejemplares obtenidos en el yacimiento, se refieren a caracteres morfológicos o puramente estéticos, que son muy valorados especialmente cuando los ejemplares pueden ser expuestos en vitrinas.

La muestra utilizada consiste en 50 ejemplares de cada yacimiento, de los que se ha obtenido la media aritmética de cada parámetro mensurable. En los yacimientos donde no ha sido posible obtener este número de ejemplares, el valor reflejado en la ficha indica la media aritmética de los ejemplares muestreados.

Los parámetros inherentes a los ejemplares que se han seleccionado son el tamaño, la relación entre el largo y el ancho de los ejemplares (relación L/A), el color, la presencia de caras basales o terminaciones apuntadas de cristales, la presencia de agregados cristalinos y la alteración de los ejemplares (Figura 7).

En el caso de yacimientos cuyos ejemplares se distribuyen en varias poblaciones con respecto a alguno de los parámetros seleccionados, se ha reflejado el valor más alto independientemente de que éste proceda de la población más numerosa porcentualmente. Por ejemplo, en el yacimiento de Morro Gorrino de Molina de Aragón, existe una población de ejemplares con altas relaciones L/A, adquiriendo los aragonitos hábito columnar e incluso vacilar. Sería absurdo no recoger esta singularidad en la matriz de valoración ya que, a la postre, estos ejemplares pasarán a formar parte de los fondos de los museos precisamente por esta característica.

A continuación se justifica la inclusión de los distintos parámetros en la matriz de valoración:

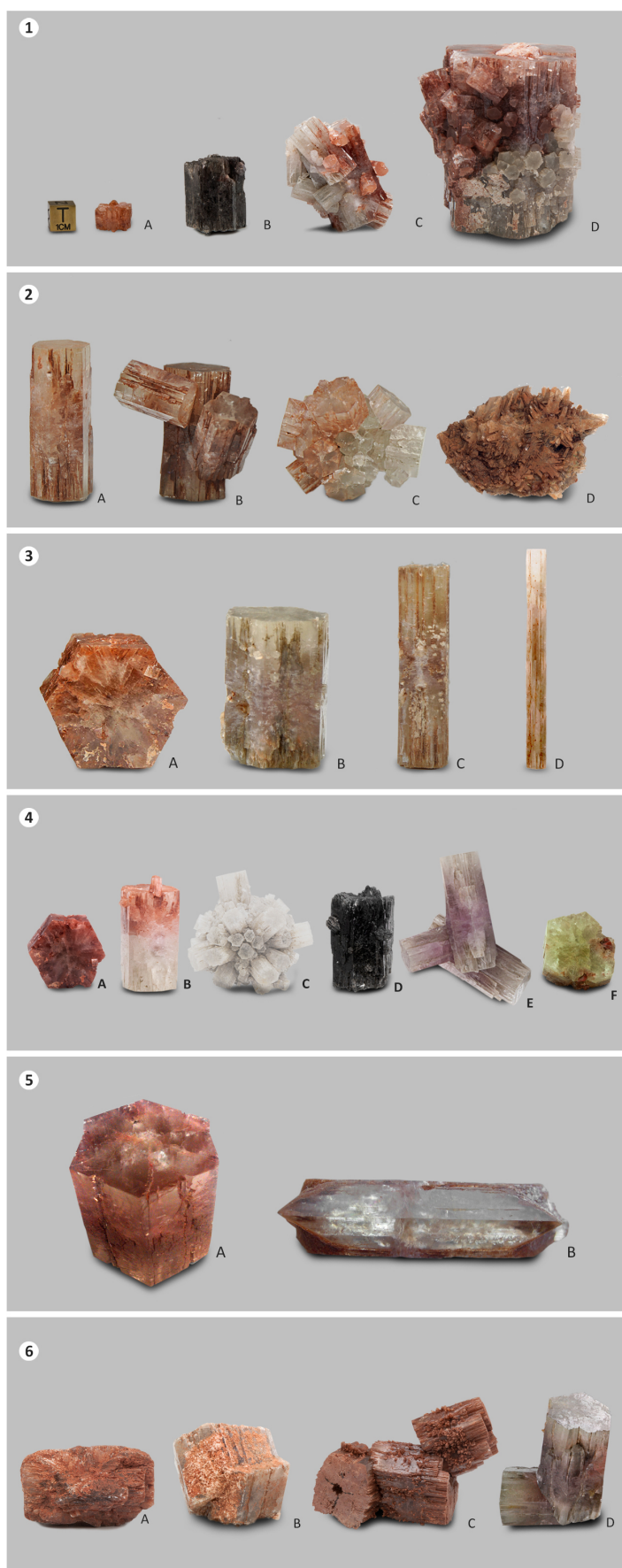


Figura 7. Caracteres intrínsecos seleccionados en los ejemplares de aragonito:

1. TAMAÑO.

- A. Menor de 1 cm.
- B. Entre 1 y 3 cm.
- C. Mayor de 3 cm y hasta 6 cm.
- D. Mayor de 6 cm.

2. AGREGADOS CRISTALINOS.

- A. No presenta agregados cristalinos.
- B. Ejemplares con hasta 3 individuos.
- C. Agregado en piña.
- D. Agregado en cristal de hielo.

3. RELACIÓN L/A.

- A. $L/A < 0,5$ (Morfología tabular).
- B. L/A entre 0,5 y 2 (Prismas cortos, equidimensionales y largos).
- C. $L/A > 2$ y < 5 (Morfología columnar).
- D. $L/A > 5$ (Morfologías columnar para $L/A < 10$ y acicular para $L/A > 10$).

4. COLOR.

- A. Rojizos.
- B. Zonado en rojo y gris.
- C. Gris.
- D. Negro
- E. Zonado en gris y morado.
- F. Verde.

5. CARAS BASALES.

- A. Con caras basales lisas.
- B. No presenta caras basales.

6. ALTERACION.

- A. Ejemplar muy alterado.
- B. Ejemplar con costras en menos de 5 caras.
- C. Ejemplar con alteración sólo en las caras basales.
- D. Ejemplar sin alteración.

- 1) **Tamaño en su máxima longitud:** el tamaño es un factor importante a considerar a la hora de exponer minerales en un museo. Los ejemplares de reducidas dimensiones son difícilmente puestos en valor en una vitrina junto con otros ejemplares de mayor tamaño, pasando desapercibidos para el observador. Por tanto, serán más valorados los yacimientos que aporten ejemplares de mayor tamaño. Se establecen los siguientes valores:

Ejemplares hasta 1 cm de longitud. Puntuación 0.

Ejemplares > 1 cm y hasta 3 cm de longitud. Puntuación 1.

Ejemplares > 3 cm y hasta 6 cm de longitud. Puntuación 2.

Ejemplares > 6 cm de longitud. Puntuación 4.

- 2) **Presencia de agregados cristalinos:** el tipo morfológico más común en los aragonitos del Keuper es el prisma hexagonal, que en realidad es el resultado de una macla pseudo hexagonal, por lo que se valorarán otras morfologías de mayor rareza. Si se consideran las agrupaciones de estos prismas, pueden observarse varios tipos característicos, como son las asociaciones radiadas de prismas de desarrollo individual semejante, conocidas como "piñas"; las asociaciones radiadas de prismas semejantes pero desarrolladas alrededor de una prisma mucho mayor, generalmente en su centro y que hace las veces de eje del agregado (piñas elongadas); las agrupaciones desordenadas de varios prismas situados en el centro de las caras basales de un prisma mayor, ocupando aparentemente un hueco central y los agregados con morfología de aspás, estrellas o "cristales de nieve" (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

La escala de valoración es la siguiente:

- Ejemplares que no presentan por lo general agregados. Puntuación 0.
- Ejemplares con agregados de hasta 3 individuos: Puntuación 1.
- Ejemplares con más de 3 individuos incluyendo piñas esféricas y elongadas. Puntuación 2.
- Agregados en aspás, estrellas o cristales de nieve. Puntuación 4.

- 3) **Relación L/A (Figura X):** en cuanto a la morfología de los prismas individuales, se pueden considerar tres tipos básicos de desarrollo. Las de morfología tabular, en las que la relación L/A es menor de 1:2, las de morfología prismática con relaciones entre 1:2 y 2:1 (que incluiría prismas cortos, equidimensionales y largos) y las de morfología columnar, con una relación L/A superior a 2:1. Si esa relación L/A es superior a 10:1, podría hablarse de desarrollo acicular (Jiménez Martínez *et al.*, 2005). Los ejemplares con relaciones L/A comprendidas entre 1:1 y 2:1 son más

comunes, por lo que son más valorados los ejemplares de morfología tabular o muy elongada. Las piñas esféricas se consideran con una relación 1:1 y las elongadas según los parámetros del prisma que hace las veces de eje de la piña.

Los valores considerados son:

- Relación L/A entre 1 y 2. Puntuación 0.
- Relación L/A > 2 y hasta 3 ó < 1 y hasta 0,7. Puntuación 1.
- Relación L/A > 3 y hasta 5 ó < 0,7 y hasta 0,5. Puntuación 2.
- Relación L/A < 0,5 ó > 5. Puntuación 4.

- 4) **Color:** la mayor parte de los aragonitos de la zona estudiada se presentan en tonos rojizos o grises, por lo que otras coloraciones son más valoradas por su rareza. Los colores considerados, además de los rojizos y grises, son el negro, los tonos azulados/morados, el blanco y los verdosos valorándose también la presencia de ejemplares de varias tonalidades en el mismo yacimiento y la presencia de zonados de color.

La escala de valoración es la siguiente:

- Ejemplares de colores rojizos y/o grises sin zonado. Puntuación 0.
- Ejemplares rojizos y/o grises con zonados. Puntuación 1.
- Ejemplares negros, blancos y/o morados, incluso zonados. Puntuación 2.
- Ejemplares verdes, amarillos, o de al menos 4 tonalidades en el mismo yacimiento, incluso zonados. Puntuación 4.

- 5) **Caras basales:** las caras basales de los prismas pueden ser lisas, lo más común en para la especie, o mostrar diversos grados de irregularidad, generalmente mostrando patrones que reflejan la estructura interna de la macla, siendo entonces más valoras por su rareza. En algunos casos no existe propiamente esta cara basal, quedando individualizadas las terminaciones de los cristales sencillos que constituyen la macla (Jiménez Martínez *et al.*, 2005).

La propuesta de valoración es la siguiente:

- Ejemplares con caras basales lisas. Puntuación 0.
- Ejemplares que no presentan caras basales. Puntuación 1.

- 6) **Alteración:** el aragonito es un carbonato cálcico y como tal puede presentarse con diversos grados de alteración. Los ejemplares más valorados están inalterados y sin signos de disolución; muestran buen brillo y están carentes de costras y deformaciones mecánicas que condicionan su posible exposición en los museos.

Los valores considerados son:

- Ejemplares muy alterados, fracturados o con costras en más de 5 caras. Puntuación 0.
- Ejemplares que presentan costras o alteración hasta en 5 caras (excepto si - sólo presentan alteradas las caras basales). Puntuación 1.
- Ejemplares que sólo presentan las caras basales alteradas o sin brillo. Puntuación 2.
- Ejemplares sin alteración. Puntuación 4.

A cada uno de estos parámetros seleccionados se le otorga un peso ponderado en función de la importancia del mismo (Tabla 15). De esta forma, el principal parámetro, como ya se ha señalado anteriormente es el de “localidad tipo”, que por sí solo repercute en la inclusión de un yacimiento de aragonito en los inventarios de valoración de los LIGs y, por tanto, no se incluye en la tabla. Le siguen en importancia el tamaño, la alteración, el color y la presencia de agregados, ambos con el mismo peso, la relación L/A y la presencia de caras basales, también ambos equivalentes, aunque este último adquiere un peso más determinante al distribuirse sólo en 2 valores (0 y 1) y la superficie de afloramiento.

Parámetro	Peso %
Superficie	5
Tamaño	25
Agregados	15
Relación L/A	10
Color	15
Caras Basales	10
Alteración	20
Total pesos	100

Tabla 15. Peso ponderado de los parámetros utilizados en la evaluación previa de los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara.

V.9.1. Localización de los yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara

Para la aplicación del método propuesto a un caso concreto (los yacimientos de aragonito del Triásico en el ámbito territorial de la provincia de Guadalajara), fue necesario localizar los yacimientos, para lo cual se siguió la siguiente metodología:

- Revisión de los trabajos sobre yacimientos de aragonito y sobre su posición estratigráfica dentro del Triásico Superior (Keuper). Esto permitió conocer los yacimientos citados en la bibliografía y localizar otros yacimientos por su

proximidad al contacto con las rocas jurásicas suprayacentes. El estudio se hizo extensivo a todas las hojas a escala 1:50.000 del Mapa Geológico Nacional de la Serie MAGNA de la provincia de Guadalajara, donde existen afloramientos del Keuper en contacto con materiales jurásicos: 433 (Atienza), 434 (Barahona), 461 (Sigüenza), 462 (Maranchón), 463 (Milmarcos), 464 (Used), 487 (Ledanca), 488 (Ablanque), 489 (Molina), 490 (Odón), 513 (Zahorejas), 514 (Taravilla), 515 (El Pobo de Dueñas), 539 (Peralejos de las Truchas) y 540 (Checa).

- Localización de los posibles afloramientos con la ayuda de los visores SIGPAC del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino e IBERPIX del Instituto Geográfico Nacional, adscrito al Ministerio de Fomento, que cubren mediante mapas topográficos y ortoimágenes todo el territorio nacional.
- Transposición de estas zonas a los mapas topográficos a escala 1:25.000, del Instituto Geográfico Nacional.
- Visita a las zonas seleccionadas, con la consiguiente toma de datos y toma de muestras.

En la Figura 8 se muestra la distribución geográfica de los yacimientos estudiados.

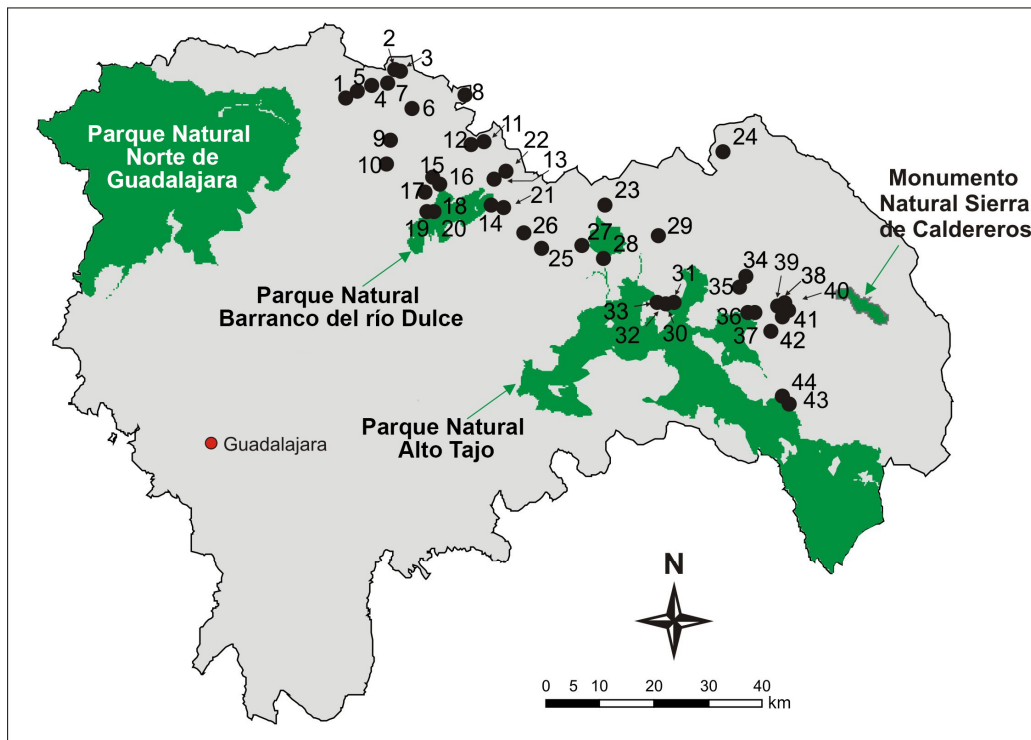


Figura 8. Distribución geográfica de los yacimientos estudiados en la provincia de Guadalajara. En verde se indican las figuras de protección localizadas en el área de estudio.

En la Tabla 16 se recogen los yacimientos estudiados tras realizar la campaña de campo.

YACIMIENTOS	PARÁMETROS DE VALORACIÓN QUE PUEDEN CONSIDERARSE
1. Solana del Palabrero (Atienza)	Referidos al yacimiento <ul style="list-style-type: none"> • Carácter de localidad tipo • Superficie de afloramiento
2. Cuesta de Paredes (I) (Paredes de Sigüenza)	
3. Cuesta de Paredes (II) (Paredes de Sigüenza)	
4. Sierra Guadefía (Alcolea de las Peñas)	
5. La Sima (Cincovillas)	
6. La Serrezuela (Riba de Santiuste, Sigüenza)	
7. Almodóvar (Tordelrábano)	Referidos a los ejemplares <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de los ejemplares • Agregados o maclas • Relación L/A • Color • Caras basales • Alteración
8. Torrecilla del Ducado (Sienes)	
9. La Mata (La Olmeda de Jadraque)	
10. Embalse de El Atance (Cirueches, Sigüenza)	
11. Valle del Henares (Horna, Sigüenza)	
12. Era de la Vega (Mojares, Sigüenza)	
13. La Vega (Estriégana)	
14. Las Angueruelas (Saúca)	
15. San Cristóbal (Sigüenza)	
16. Cerro de la Quebrada (Sigüenza)	
17. El Cubillo (Moratilla de Henares, Sigüenza)	
18. Era de Antolín (Pelegrina-La Cabrera, Sigüenza)	
19. Los Yesares (La Cabrera, Sigüenza)	
20. El Prado (Pelegrina, Sigüenza)	
21. Los Cerezos (Villaverde del Ducado, Sigüenza)	
22. La Ribilla de la Cruz (Bujarrabal, Sigüenza)	
23. Cerro de los Frailes (Luzón)	

24. Peñarrubia (Mochales)	
25. Los Colmanos (Hortezuela de Océn)	
26. Las Viñas (Luzaga)	
27. Morrón de la Torre (Villarejo de Medina, Anguita)	
28. Los Callejones (Riba de Saelices)	
29. Barranco de la Salceda (Anquela del Ducado)	
30. Cerro Carrascalejo (Cobeta)	
31. Peña Grande (Cobeta)	
32. El Tomillar (Olmeda de Cobeta)	
33. Arroyo del Valle (Olmeda de Cobeta)	
34. Arroyo Salobre (Canales de Molina, Corduente)	
35. Las Pilillas (Canales de Molina, Corduente)	
36. Cuesta de los Asnos (Corduente)	
37. El Prado (Corduente)	
38. Río Gallo (I) (Molina de Aragón)	
39. Río Gallo (II) (Molina de Aragón)	
40. El Portezuelo (Molina de Aragón)	
41. Morro Gorrino (Molina de Aragón)	
42. Las Cuestas (Valsalobre, Corduente)	
43. La Covatilla (Pinilla de Molina)	
44. La Carrasquilla (Terzaga)	

Tabla 16. Yacimientos de aragonito estudiados en la provincia de Guadalajara.

V.9.2. Valoración de los yacimientos y selección de los LIGs propuestos

Una vez localizados los yacimientos, la validación del método ha incluido las siguientes tareas:

- Confección de fichas en las que quedan recogidos los datos relevantes geográficos, de campo y bibliográficos, que son la base para la posterior evaluación de los yacimientos. Para la correcta adscripción de los parajes a sus correspondientes pueblos o aldeas, se ha consultado la cartoteca a escala 1:50.000 de principios del siglo XX accesible en la página web del Instituto Geográfico Nacional. Estas fichas se muestran en el Anexo I de esta tesis doctoral.
- Estudio de 50 ejemplares de aragonito (donde fue posible obtener este número de muestras) de cada yacimiento, para su posterior descripción morfológica y valoración mineralógica.

La valoración final de cada yacimiento, ajustada al peso ponderado de cada carácter y considerando que la puntuación máxima a obtener sea 100, se muestra en la Tabla 17.

El trabajo de campo realizado sugiere que existen alrededor de una docena de yacimientos de alto interés que destacan sobre el resto, y que deberían, por tanto, ser incluidos en la evaluación de LIGs. Ello nos lleva a proponer que se seleccionen, además de la localidad tipo, los yacimientos que hayan obtenido una puntuación de al menos 2/3 de la del yacimiento más valorado.

Yacimiento	Superficie	Tamaño	Agregados	L/A	Color	C. basal	Alteración	Total
1	2,5	12,5	3,75	0	0	0	5	23,75
2	5	6,25	7,5	2,5	0	0	5	26,25
3	2,5	6,25	7,5	2,5	0	0	5	23,75
4	5	6,25	3,75	0	0	0	5	20
5	1,25	6,25	0	0	3,75	0	5	16,25
6	0	0	0	0	0	0	5	5
7	5	0	7,5	0	0	0	0	12,5
8	2,5	6,25	0	0	0	0	0	8,75
9	2,5	12,5	7,5	2,5	15	0	10	50
10	2,5	12,5	3,75	5	0	0	5	28,75
11	0	6,25	3,75	2,5	0	10	0	22,5
12	0	6,25	0	0	0	10	5	21,25
13	1,25	12,5	3,75	0	3,75	0	10	31,25
14	1,25	12,5	3,75	0	3,75	0	10	31,25
15	2,5	6,25	0	0	0	0	5	13,75
16	2,5	6,25	0	0	0	0	0	8,75
17	0	12,5	7,5	0	7,5	10	10	47,5
18	2,5	25	3,75	0	7,5	0	10	48,75
19	1,25	6,25	15	0	0	0	10	32,5

20	1,25	12,5	7,5	2,5	0	0	5	28,75
21	2,5	6,25	0	2,5	0	0	5	16,25
22	1,25	12,5	7,5	2,5	3,75	0	0	27,5
23	5	6,25	0	0	7,5	10	10	38,75
24	5	6,25	3,75	0	0	0	0	15
25	2,5	6,25	0	2,5	0	0	5	16,25
26	2,5	12,5	7,5	0	7,5	0	5	35
27	2,5	6,25	3,75	0	3,75	0	20	36,25
28	1,25	12,5	3,75	0	7,5	0	20	45
29	2,5	12,5	3,75	0	7,5	0	10	36,25
30	2,5	12,5	0	0	0	0	10	25
31	2,5	6,25	0	0	0	0	5	13,75
32	2,5	12,5	0	2,5	3,75	0	10	31,25
33	2,5	6,25	15	0	0	0	10	33,75
34	2,5	12,5	7,5	2,5	7,5	0	10	42,5
35	5	6,25	7,5	0	0	0	10	28,75
36	5	0	0	0	0	0	5	10
37	5	6,25	7,5	2,5	0	0	0	21,25
38	2,5	6,25	0	2,5	0	0	5	16,25
39	2,5	6,25	7,5	0	3,75	0	20	40
40	2,5	6,25	7,5	0	0	0	0	16,25
41	5	6,25	3,75	10	0	10	10	45
42	5	6,25	3,75	0	0	10	10	35
43	2,5	6,25	7,5	0	0	0	0	16,25
44	2,5	6,25	3,75	0	0	0	5	17,5

Tabla 17. Valoración de los 44 yacimientos estudiados.

Por tanto, los yacimientos seleccionados, además del yacimiento tipo de Molina de Aragón, han de sobrepasar los 33,33 puntos, siendo los indicados en la Tabla 18.

Ref.	Yacimiento	Puntuación
39	Río Gallo (II), (Molina de Aragón). Localidad Tipo	40
9	La Mata (La Olmeda de Jadraque)	50
18	Era de Antolín (Pelegrina-La Cabrera, Sigüenza)	48,5
17	El Cubillo (Moratilla de Henares, Sigüenza)	47,5
28	Los Callejones (Riba de Saelices)	45
41	Morro Gorrino (Molina de Aragón)	45
34	Arroyo Salobre (Canales de Molina, Corduente)	42,5
23	Cerro de los Frailes (Luzón)	38,75
29	Barranco de la Salceda (Anquela del Ducado)	36,25
27	Morrón de la Torre (Villarejo de Medina)	36,25
26	Las Viñas (Luzaga)	35
42	Las Cuestas (Valsalobre, Corduente)	35
33	Arroyo del Valle (Olmeda de Cobeta)	33,75

Tabla 18. Yacimientos seleccionados y puntuación obtenida.

En la Figura 9 se muestra la localización geográfica de los yacimientos seleccionados.

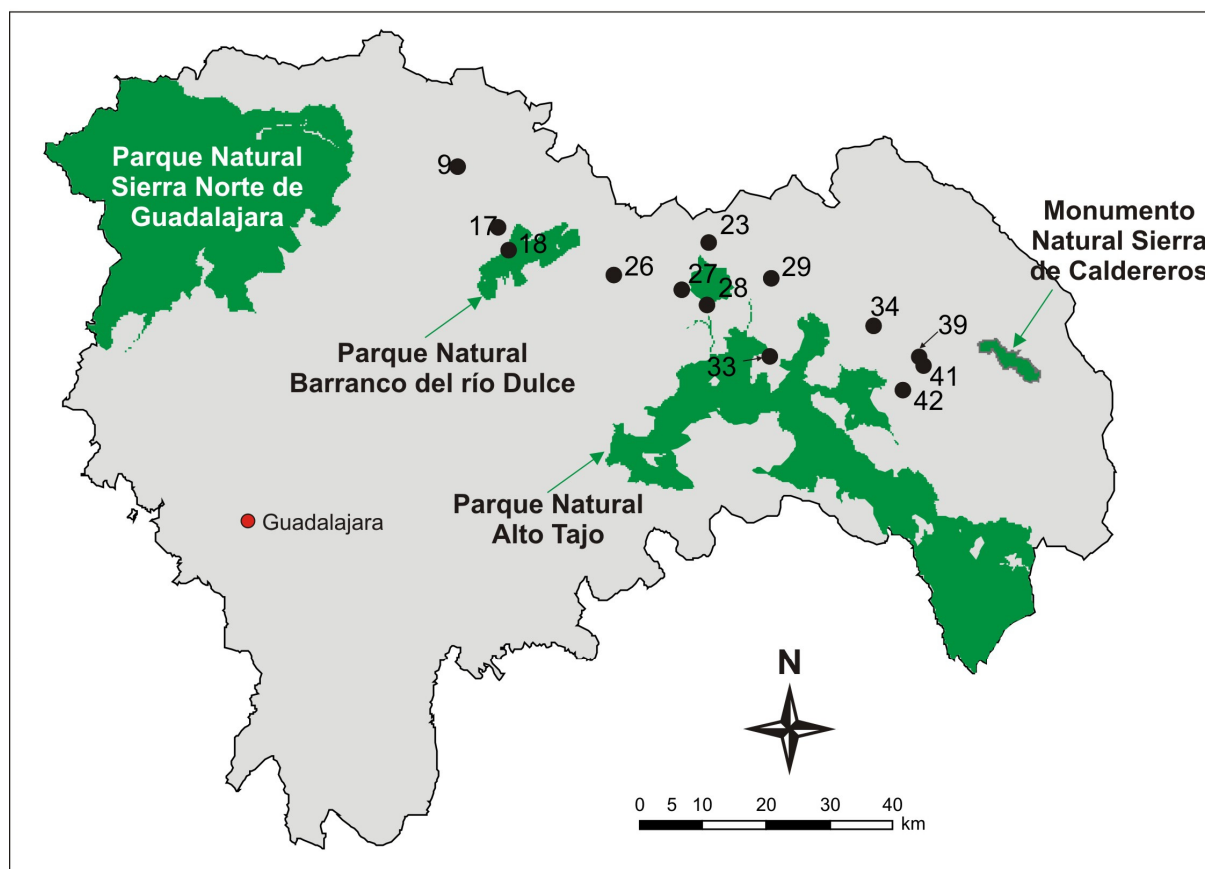


Figura 9. Distribución geográfica de los yacimientos seleccionados en la provincia de Guadalajara. En verde se indican las figuras de protección localizadas en el área de estudio.

V.9.3. Valoración y propuesta de gestión de los yacimientos de interés seleccionados

Una vez seleccionados los yacimientos que van a ser evaluados mediante la metodología del IELIG, se procede a calcular el valor de los mismos, para posteriormente determinar la susceptibilidad de degradación (S_D) y el riesgo de degradación (R_D), que nos permite proponer una estimación de la prioridad de protección.

Para llevar a cabo el cálculo de los valores científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico-recreativo (V_T), se han incorporado las recomendaciones propuestas al IELIG descritas en el apartado 8.1. y siguientes. En la Tabla 19 se recogen los resultados obtenidos.

Como se puede observar en la Tabla 19, hay 5 LIGs que presentan un valor científico y didáctico alto (39, 9, 17, 41 y 34), mientras que el resto presentan valores medios. Con respecto al valor turístico, tan sólo los LIGs 9 y 17 han alcanzado un valor alto, estando el resto dentro de la horquilla del valor medio.

Según vimos en el apartado V.8.2. la susceptibilidad de degradación de un LIG (S_D) es la media entre las susceptibilidades de degradación natural y antrópica.

VALORACIÓN													
Parámetro LIG	39	9	18	17	28	41	34	23	29	27	26	42	33
R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
T	4	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
M _{PM}	4	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
C	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1
O	2	4	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{DD}	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I _L	4	2	2	2	1	4	2	2	1	1	2	4	0
D _P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A _C	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1
E	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
N _H	2	1	2	2	2	2	1	0	0	1	0	1	2
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C _{DV}	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
P _{TR}	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	4
Z _R	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
E _S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CÁLCULO DE LOS VALORES DEL LIG													
V _C	5	4	3,25	4	3,25	3,5	3,5	3,25	2,875	2,875	2,375	2,375	2,375
V _D	4,875	3,625	3,25	3,875	3,125	4	3,375	3	2,625	2,625	2,625	3,25	2,375
V _T	3,25	3,375	2,625	3,375	2,75	3,25	2,75	2,25	2,375	2,25	2,5	2,625	2,75

Tabla 19. Cuantificación numérica de los parámetros utilizados en el cálculo de V_C , V_D y V_T y resultado obtenido.

En la Tabla 20 se recoge el valor de la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}), con indicación de la cuantificación numérica de los parámetros utilizados en su cálculo en cada uno de los LIGs seleccionados.

VALORACIÓN													
Parámetro \ LIG	39	9	18	17	28	41	34	23	29	27	26	42	33
E _F	0,025	0,015	0,025	0,015	0,015	0,015	0,015	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
F	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
A _N	10	1	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V _N	0,25	0,15	0,25	0,15	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN NATURAL													
S _{DN}	2,50	0,15	1,25	0,75	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,15	0,25	0,25

Tabla 20. Cálculo de la susceptibilidad de degradación natural.

El cálculo de la susceptibilidad de degradación por amenazas antrópicas (S_{DA}) se realiza mediante el producto de factor de tamaño del LIG (E_F) por el sumatorio de los parámetros definidos en el IELIG, arrojando un valor comprendido entre 0 y 10. En la Tabla 21 se recogen los valores obtenidos.

VALORACIÓN													
Parámetro \ LIG	39	9	18	17	28	41	34	23	29	27	26	42	33
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Urb	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Ac	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1
P	2	4	2	4	2	2	2	2	2	2	1	1	1
P _F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T _S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D _P	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Z _R	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN POR AMENAZAS ANTRÓPICAS													
S _{DA}	4,5	2,625	4	2,775	2,4	2,7	2,4	4,375	4,25	4,375	2,625	4,625	4,625

Tabla 21. Cálculo de la susceptibilidad de degradación por amenazas antrópicas.

La susceptibilidad de degradación de los LIGs seleccionados (Tabla 22) es el promedio de las susceptibilidades de degradación natural y antrópica:

$$SD = \frac{1}{2} (SDN + SDA)$$

VALORACIÓN													
Parámetro \ LIG	39	9	18	17	28	41	34	23	29	27	26	42	33
S_{DN}	2,5	0,15	1,25	0,75	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,15	0,25	0,25
S_{DA}	4,5	2,625	4	2,775	2,4	2,7	2,4	4,375	4,25	4,375	2,625	4,625	4,625
SUSCEPTIBILIDAD DE DEGRADACIÓN DEL LIG													
S_D	3,5	1,39	2,63	1,76	1,28	1,43	1,28	2,31	2,25	2,31	1,39	2,44	2,44

Tabla 22. Cálculo de la susceptibilidad de los LIGs seleccionados.

Una vez calculados los valores de los distintos LIGs y sus correspondientes susceptibilidades de degradación, se puede abordar el cálculo del riesgo de degradación que permitirá estimar la prioridad de protección. El riesgo de degradación se calculará mediante el producto $R_D = V \times S_D$. Pero hemos visto que los LIGs tienen un valor científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico (V_T). También la susceptibilidad de degradación puede ser natural (S_{DN}) o antrópica (S_{DA}), por lo que resulta interesante conocer el riesgo de degradación de cada uno de los valores del LIG, aunque se recomienda considerar como riesgo de degradación el mayor de ellos y no la media.

En la Tabla 23 se muestra el riesgo de degradación de cada uno de los valores de los LIGs seleccionados, tanto por amenazas naturales, como por amenazas antrópicas.

La estimación de la prioridad de protección viene dada en función del riesgo de degradación por amenazas antrópicas (R_{DA}), que en este caso coincide con el riesgo de degradación del LIG (R_D).

Como se puede observar en la Tabla 22, todos los LIGs seleccionados alcanzan un valor de R_{DA} menor de 3,33 por lo que no existe una amenaza grave inmediata. Los yacimientos 28, 34 y 26 presentan un riesgo de degradación no significativo y no se recomienda acometer medidas de gestión, mientras que el resto (39, 9, 18, 17, 41, 23, 29, 27, 42 y 33) presentan un riesgo de degradación bajo y se recomiendan medidas de protección a largo plazo. Las medidas de gestión recomendadas se dividen en tres tipos:

- a) De investigación.
- b) De conservación y seguimiento.
- c) De uso público.

VALORACIÓN													
Parámetro LIG	39	9	18	17	28	41	34	23	29	27	26	42	33
V _C	5	4	3,25	4	3,25	3,5	3,5	3,25	2,875	2,875	2,375	2,375	2,375
V _D	4,875	3,625	3,25	3,875	3,12 5	4	3,375	3	2,625	2,625	2,625	3,25	2,375
V _T	3,25	3,375	2,625	3,375	2,75	3,25	2,75	2,25	2,375	2,25	2,5	2,625	2,375
S _{DN}	2,5	0,15	1,25	0,75	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,15	0,25	0,25
S _{DA}	4,5	2,625	4	2,775	2,4	2,7	2,4	4,375	4,25	4,375	2,625	4,625	4,625
R _{DNC}	1,25	0,06	0,41	0,3	0,05	0,05	0,05	0,08	0,07	0,07	0,04	0,06	0,06
R _{DND}	1,22	0,05	0,41	0,29	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,07	0,04	0,08	0,06
R _{DNT}	0,81	0,05	0,33	0,25	0,04	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,04	0,07	0,06
R _{DN}	1,25	0,06	0,41	0,3	0,05	0,06	0,05	0,08	0,07	0,07	0,04	0,08	0,06
R _{DAC}	2,25	1,05	1,3	1,11	0,78	0,95	0,84	1,42	1,22	1,26	0,62	1,1	1,1
R _{DAD}	2,19	0,95	1,3	1,08	0,75	1,08	0,81	1,31	1,12	1,15	0,69	1,5	1,1
R _{DAT}	1,46	0,89	1,05	0,94	0,66	0,88	0,66	0,98	1,01	0,98	0,66	1,21	1,1
R _{DA}	2,25	1,05	1,3	1,11	0,78	1,08	0,84	1,42	1,22	1,26	0,69	1,5	1,1
R _{DC}	2,25	1,05	1,3	1,11	0,78	0,95	0,84	1,42	1,22	1,26	0,62	1,1	1,1
R _{DD}	2,19	0,95	1,3	1,08	0,75	1,08	0,81	1,31	1,12	1,15	0,69	1,5	1,1
R _{DT}	1,46	0,89	1,05	0,94	0,66	0,88	0,66	0,98	1,01	0,98	0,66	1,21	1,1
R _D	2,25	1,05	1,3	1,11	0,78	1,08	0,84	1,42	1,22	1,26	0,69	1,5	1,1

Tabla 23: Cálculo del riesgo de degradación de los LIGs seleccionados en función de los valores científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico (V_T) y de la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}) y antrópica (S_{DA}). Los parámetros calculados son: riesgo de degradación de los valores científico (R_{DNC}), didáctico (R_{DND}) y turístico (R_{DNT}) por amenazas naturales, con expresión del riesgo de degradación del LIG por amenazas naturales (R_{DN}); riesgo de degradación de los valores científico (R_{DAC}), didáctico (R_{DAD}) y turístico (R_{DAT}) por amenazas antrópicas, con expresión del riesgo de degradación del LIG por amenazas antrópicas (R_{DA}); así como el riesgo de degradación del valor científico (R_{DC}), didáctico (R_{DD}) y turístico (R_{DT}), con expresión del riesgo de degradación del LIG (R_D).

Entre las medidas de investigación se incluye un estudio detallado de cada yacimiento que permita la toma de muestras de ejemplares representativos de los mismos por debajo del nivel superior de alteración. La toma de muestras se realizará solicitando los permisos necesarios, respetando la conservación del yacimiento y restaurando las posibles remociones de terreno que se realicen. Los ejemplares recolectados serán entregados a los museos de ámbito local, como el Museo Comarcal de Molina de Aragón y a otros museos de ámbito provincial, regional o estatal, cuando la abundancia de ejemplares lo permita. Estos museos se harán cargo de la custodia y exposición de los ejemplares que pasarán a constituir parte del patrimonio geológico mueble español.

En lo que respecta a las medidas de conservación y seguimiento se recomienda la inclusión de los LIGs en el planeamiento urbanístico, de tal manera que se restrinjan las actividades que pongan en peligro la existencia de los mismos. También es necesaria la estabilización de los taludes en yacimientos localizados en zonas de erosión activa (puntos 39, 9, 23 y 42) y en los LIGs 39 y 42 se recomienda además la retirada periódica de residuos al encontrarse en las proximidades de carreteras.

En todos los LIGs seleccionados se recomienda la prohibición de la utilización de cualquier herramienta o maquinaria para la recolección de ejemplares, estando sólo permitida la recogida de los ejemplares sueltos en los afloramientos, ya que estos ejemplares se están alterando por procesos naturales. En cualquier caso, la visita a los afloramientos se llevará a cabo adoptando el resto de medidas recomendadas en el código de buenas prácticas descrito con anterioridad.

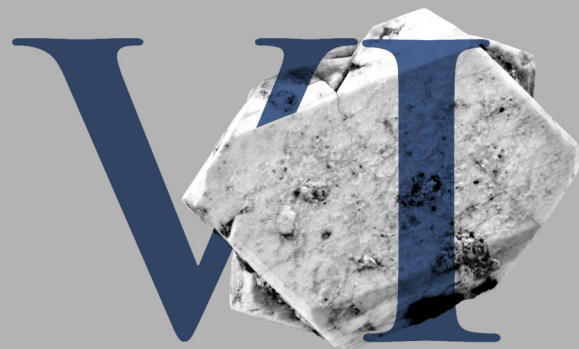
En el caso del LIG 39, es una zona donde la recogida manual de aragonitos en la superficie del terreno, con el fin del coleccionismo personal, está permitida. Entendemos que, al ser la localidad tipo de la especie, se debería prohibir la recolección de ejemplares excepto los que por erosión natural del afloramiento llegan al lecho del río, donde son erosionados y transportados corriente abajo.

En cuanto al uso público, todos los LIGs seleccionados excepto el 42 que se localiza en un talud de carretera, son favorables potencialmente para la realización de actividades turísticas y recreativas, de hecho, el LIG 9 es utilizado en actividades recreativas y el LIG 33 constituye una de las paradas propuestas en las Geo-Rutas del Parque Natural del Alto Tajo.

El LIG 18 se ubica en el Parque Natural del Barranco del Río Dulce, por lo que se recomienda su señalización con un panel informativo que ponga en valor su interés como un atractivo más del parque, además de indicar su régimen legal y de uso.

El LIG 39 presenta un R_{DA} muy superior al resto, aparte de ser la localidad tipo para la especie. Estos factores determinan que la propuesta de gestión del LIG incluya la instalación de un panel informativo en el yacimiento, donde se incluyan algunos datos históricos y geológicos del mismo, haciendo referencia expresa al carácter de localidad tipo. También se informará de las medidas de uso mencionadas anteriormente.

Aunque en la zona del polígono industrial de Molina de Aragón se han colocado varias figuras que pretenden representar las maclas de aragonito, éstas no respetan la morfología cristalina del mineral, aparte de que el lugar, que no coincide con el yacimiento de aragonito, no incluye paneles explicativos del porqué de las figuras. Sería interesante colocar una escultura o similar que represente un ejemplar de aragonito en el afloramiento, ya que además de ser el yacimiento que aportó los ejemplares para la descripción de la especie, este mineral se ha convertido en el símbolo del Geoparque de la comarca de Molina-Alto Tajo, por lo que al valor científico y estético del mineral, se suma el valor intangible de su utilización en el Geoparque.



CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas con este trabajo se resumen en las siguientes:

- Los minerales y sus yacimientos forman una parte importante del patrimonio geológico y, por tanto, se encuadran dentro del patrimonio natural.
- Presentan la dualidad de poder constituir patrimonio inmueble, referido a los yacimientos, y mueble, tanto en el caso de los ejemplares individuales, como de las colecciones y museos. Su gestión tradicionalmente se ha abordado desde dos ámbitos legislativos distintos: la legislación sobre el patrimonio natural, para el patrimonio inmueble y la referida al patrimonio histórico y cultural, tanto para el patrimonio mueble como inmueble.
- Tras discutir las definiciones de patrimonio geológico y patrimonio geológico mueble se han definido los siguientes términos relativos al estudio y gestión de los minerales: patrimonio mineralógico, diversidad mineralógica, yacimiento de interés mineralógico, ejemplar o mineral histórico y zona de interés mineralógico.
- El estudio realizado sobre la interacción con el patrimonio geológico del coleccionismo de minerales ha permitido reconocer las aportaciones y la problemática asociada, de modo que podría contribuir a su conveniente regulación.
- Entre las aportaciones realizadas por el coleccionismo figuran el hallazgo de nuevas especies, la donación de ejemplares a los museos y la constitución de colecciones musealizadas. Entre los problemas generados destacan el expolio de yacimientos, la degradación antrópica de los mismos y los peligros derivados de la recolección, siendo una actividad que no se encuentra suficientemente regulada en la actualidad.
- Se han reunido distintos datos relacionados con los museos y con el coleccionismo de minerales, que ponen de manifiesto la riqueza mineral de España y las aportaciones de esta actividad: museos y colecciones públicas, colecciones privadas, asociaciones de mineralogistas y coleccionistas de minerales, eventos y reuniones de aficionados, aportaciones de los coleccionistas al conocimiento científico y a los museos, y minerales y yacimientos de interés patrimonial.
- Los datos recopilados ponen de manifiesto que en España existen más de mil especies descritas, entre las que se encuentran destacados ejemplos de minerales

que constituyen clásicos de la mineralogía en general, por lo que están presentes en las mejores colecciones y museos del ámbito internacional.

- Tan sólo 33 especies minerales tienen su localidad tipo en España, cifra escasa si se compara con otros países de nuestro entorno, diferencia achacable a factores de índole socioeconómico y cultural.
- Se ha elaborado un código de buenas prácticas en relación con la recolección de minerales, que sirve de referencia en una actividad de uso común en el ámbito del coleccionismo.
- Se han propuesto una serie de recomendaciones aplicables al Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) que consideran no sólo la aportación de material al patrimonio geológico mueble, sino que también se proponen modificaciones a parámetros valorativos del patrimonio geológico inmueble, en relación con los yacimientos minerales.
- Se propone una matriz de valoración previa a la inclusión en el IELIG de los yacimientos de un ámbito genético determinado (los yacimientos de aragonito del Triásico español), en una zona concreta (la provincia de Guadalajara).
- Para esta valoración previa de los yacimientos de aragonito en la provincia de Guadalajara se han considerado dos grupos de criterios: a) Los relacionados con el yacimiento: el carácter de localidad tipo y la superficie de afloramiento y b) Los caracteres intrínsecos que presentan los ejemplares: tamaño, presencia de agregados cristalinos, relación L/A (largo/ancho), color, presencia o no de caras basales y alteración.
- Al aplicar los criterios mencionados en el punto anterior, han sido seleccionados 13 yacimientos de aragonito de interés patrimonial a partir de una muestra constituida por 44 yacimientos de aragonito de la provincia de Guadalajara. Esta matriz es un ejemplo concreto de evaluación, que con pequeñas modificaciones podría ser adaptada a otros tipos de yacimientos, o a otras zonas de estudio.
- Tras la selección de los 13 yacimientos de aragonito de interés en la provincia de Guadalajara, se ha llevado a cabo su evaluación mediante las matrices de valoración del IELIG adaptadas con las recomendaciones propuestas.
- Finalmente se han elaborado una serie de propuestas de gestión de los yacimientos de aragonito seleccionados, distribuidas en tres grupos: 1) Investigación, 2) Conservación y seguimiento y 3) Uso público.

- La gestión integral de los yacimientos minerales en general implica considerar su valor intrínseco, así como el valor asociado a los ejemplares que pueden llegar a ser por si mismos elementos del patrimonio geológico mueble. Las medidas de evaluación, conservación y uso público a implementar en los LIGs de interés mineralógico han de considerar ambos aspectos para conseguir una gestión adecuada de los mismos.



REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELLA i CREUS, J. 2000. Mina La Cresta, Bellmunt del Priorat. *Revista de Minerales*, 2 (1), 52-58.
- ABELLA i CREUS, J. 2008. *Minerals i mines de la Conca de Bellmunt del Priorat*. Grup Minaralògic Català-Fons Mineralògic de Catalunya, Barcelona, 128 pp.
- ÁGUEDA, J., ELÍZAGA, E., GONZÁLEZ LASTRA, J.A., PALACIO, J., SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., SUÁREZ DE CENTI, C. y VALENZUELA, M. 1985. *Puntos de Interés Geológico de Asturias*. Volumen I. Ministerio de Industria y Energía. IGME, Madrid, 132 pp.
- ADARO. 1978. *Exploración de mineralización hidrotermal de sulfuros, del tipo pórfido cuprífero, en la zona de El Castillo de las Guardas, del SO de España*. Informe inédito, IGME, 118 pp.
- AGRICOLA, G. 1556. *De Re Metallica*. Basilea, 574 pp.
- ALBIOL, R. 2001. La celstina de Torà de Riubregós-Ivorra, La Segarra. *Revista de Minerales*, 2 (2), 23-25.
- ALONSO GARCÍA, J.P. 2008. Calcedonias, moluscos y mercado de Melilla. *Azogue*, 0, 14-27.
- ALONSO AZCÁRATE, J. 1998. *Evolución de los filosilicatos y génesis de los yacimientos de pirita en la Cuenca de Cameros: su relación con las facies de metamorfismo. Cretácico Inferior, La Rioja – Soria*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 544 pp. (Inédito).
- ÁLVAREZ DE LINERA, A. 1851. Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga. *Revista Minera*, 2, 161-175 y 193-213.
- ANCOCHEA, E., PERNI, A. y HERNÁN, F. 1975. Caracterización geoquímica del vulcanismo del área de Atienza (prov. de Guadalajara, España). *Estudios Geológicos*, 31 (3-4), 241-247.
- ANCOCHEA SOTO, E. 1982. *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 675 pp.
- ANGUITA VILLANUEVA, L.A. 2004. La protección jurídica de los bienes culturales en el derecho español. *Ius et Praxis*, 10 (1), 11-44.
- ARAGONÉS, E. 1978. Las mineralizaciones paleozoicas de hierro del sector central de la Cordillera Ibérica (área de Moncayo). *Boletín Geológico y Minero*, 106, 468-488.
- ARANA, R. 1977. Nuevos datos sobre el yacimiento de La Estrella (Sierra Nevada, Cordilleras Béticas). *Tecniterrae*, 17, 28-35.
- ARANA, R., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., MANCHEÑO, M.A., GUILLÉN, F., ORTIZ, R., FERNÁNDEZ TAPIA, T. y DEL RAMO A. 1999. *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca, Murcia, 399 pp.
- ARANA CASTILLO, R. 2004. El patrimonio mineralógico de la Región de Murcia. En: Guillén Mondéjar, F. y del Ramo, A. (Eds.). *El patrimonio geológico: cultura, turismo y medio ambiente. Actas V Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*, Sociedad Geológica de España, Murcia, 17-40.
- ARANA CASTILLO, R. 2007. *El patrimonio geológico de la Región de Murcia*. Discurso de apertura de curso en la Academia de las Ciencias de la Región de Murcia, 61-63.
- ARIAS, D., FERNÁNDEZ-JARDÓN, L. y PÉREZ CERDÁN, F.L. 1989. Texturas de reemplazamiento y relleno en el yacimiento de Pb-Zn de Rubiales (Lugo, España). *Boletín Geológico y Minero*, 100, 215-226.
- ARRESE, B., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., DURÁN, J. J., CARCAVILLA, L., BERRIO, M. P. y VALLEJO, M. 2004. Patrimonio geológico y geodiversidad en el ámbito municipal: el caso de Galapagar (Comunidad de Madrid). En: Mata-Perelló, J.M. y Gavalda, J. (Eds.). *Actas de la VI Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Salardú (Lleida), 93-101.
- ARRIBAS, A., GALÁN, E., MARTÍN POZAS, J.M., NICOLAU, J. y SALVADOR, P. 1971. Estudio mineralógico de la variscita de Palazuelo de las Cuevas, Zamora (España). *Studia Geológica Salmanticensia*, II, 115-132.
- ARRIBAS, A. y MORO, C. 1981. Distribución de elementos trazas en las esfaleritas y galenas de los yacimientos filonianos españoles del tipo BPGC. *Tecniterrae*, 8 (44), 10-43.

- ARRIBAS, A. y MORO, C. 1985. Mineralizaciones españolas de Pb-Zn asociadas a fenómenos cársticos en rocas triásicas y jurásicas. *Studia Geológica Salmantica*, XXI, 125-152.
- ARRIBAS HERRERA, A. y DURÁN VALSERO, J.J. 1998. Geodiversidad versus biodiversidad. *Tierra y Tecnología*, 18, 47-48.
- ARRIBAS Jr, A., HERNÁNDEZ, F., FERNÁNDEZ, M.A., GRÖBNER, J. y LEAL, G. 2005. Rodalquilar, el oro del cabo de Gata. *Bocamina*, 15, 14-79.
- ARRIBAS ROSADO, A. 1983. Geología y metalogenia del yacimiento "Virgen de la Encina", Ponferrada (León). *Tecniterrae*, 10 (56), 36-75.
- ARRIORTUA, M., AMIGO, J.M., BESTEIRO, J., DECLERQ, J.P. y GERMÁN, G. 1981. Fe-dolomite (teruelite) from the Keuper of the southern sector of the Iberian Mountain Range, Spain. *Acta Geológica Hispánica*, 16 (4), 187-188.
- ASCENSAO, R. DE, CASTERET, A. y GOUJOU, J.C. 2002. La prèhnite de Serveto, Province de Huesca, Aragón, Espagne. *Le Regne Mineral*, 48, 23-25.
- BALLI, G.M. 1965. *Orogenesi ercinica e metallogenesi nella regione di Carballo-Santa Comba (La Coruña, Spagna NO), con particolare riferimento al giacimento wolframifero di Santa Comba*. Instituto Grafico Casagrande, S.A., Bellinzona, 197 pp.
- BANCROFT, P. 1973. *The World's Finest Minerals and Crystals*. Viking Press, New York, 176 pp.
- BARECHE, E. 2001. Cap de Creus. Cadaqués-Port de la Selva (Alt Empordà). *Revista de Minerales*, 2 (2), 43-56.
- BARECHE, E. (2005). *Els minerals de Catalunya. Segle XX*. Grup Minaralògic Català, Barcelona, 269 pp.
- BERECHE, E. y VIÑALS, J. 1994. Els fosfats a Bruguers (Comarca del Baix Llobregat, Catalunya). *Mineralogistes de Catalunya*, 2, 150-155.
- BARRIENTOS, L. y CUESTA, J.M. 2007. Mina "La Viesca", La Collada (Asturias). *Bocamina*, 19, 36-70.
- BARRÓN LÓPEZ, E. 1995. *Estudio tafonómico y análisis paleoecológico de la macro y microflora miocena de la Cuenca de la Cerdaña*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 773 pp. (Inédito).
- BAUM, J.L. 1987. In memoria: Frederick Kraissl, Jr. (1899-1986). *The Picking Table*, 28 (1), 29-30.
- BENITO, F., ALFARO LÓPEZ, J. y MENÉNDEZ y PUGET, L. 1925. Memoria relativa a los yacimientos de plomo de la provincia de Teruel. *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 93, 99-131.
- BENITO GARCÍA, R., GUTIÉRREZ MAROTO, A. y GUIJARRO GALIANO, J. 1988. Metalogenia de las mineralizaciones filonianas Pb-Sb de "Leonor" y "Aragón" (Ateca, Zaragoza). *Estudios Geológicos*, 44, 173-179.
- BERNHARDT, H.J. y SCHMETZER, K. 1992. Belendorffite, a new copper amalgam dimorphous with kolymite. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte*, 1992, 21-28.
- BOIXEREU i VILA, E. 2004. Mina de fosfato La Costanaza, Logrosán, Cáceres. *Tierra y Tecnología*, 26, 25-34.
- BRAVO JUEGA, I. 1995. La organización y gestión de museos. *Boletín ANABAD*, 45, 177-194.
- BRILHA, J., ANDRADE, C., AZERÊDO, A., BARRIGA, F.J.A.S., CACHÃO, M., COUTO, H., CUNHA, P.P., CRISPIM, J.A., DANTAS, P., DUARTE, L.V., FREITAS, M.C., GRANJA, H.M., HENRIQUES, M.H., HENRIQUES, P., LOPES, L., MADEIRA, J., MATOS, J.M.X., NORONHA, F., PAIS, J., PIÇARRA, J., RAMALHO, M.M., RELVAS, J.M.R.S., RIBEIRO, A., SANTOS, A., SANTOS, V.F. y TERRINHA, P. 2005. Definition of the Portuguese frameworks with International relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, 28 (3), 177-186.
- BROCK, M. y SEMENIUK, V. 2007. Geoheritage and geoconservation – history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 90 (2), 53-87.
- BROCK, M. y SEMENIUK, V. 2011. La importancia global del patrimonio geológico de la costa de Kimberley, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 94 (2), 57-88.
- BROGNIART, A. 1808. Sur une nouvelle espèce de Mineral de la classe des ques, nommée glauberita. *Journal Mines*, 23, 5.

- BRUSCHI, V.M. 2007. *Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria, Santander, 355 pp. (Inédito).
- BUENO, A., GARCÍA, G. y PALERO, F. 2002. Santa Eufemia. Las "Minas Viejas". *Bocamina*, 9, 12-35.
- BUNCH, T.E. y FUCHS, L.H. 1969. Yagiite, a new sodium-magnesium analogue of osumilite. *American Mineralogist*, 54, 14-18.
- BURCHARD, U. y BODE, R. 1986. *Mineral museums of Europe*. Walnut Hill Publishing Co. Carson City, 269 pp.
- BUREK, C. y POTTER, J. 2002. *Local Geodiversity Action Plans. Setting the context for geological conservation*. English Nature. Peterborough, Inglaterra, 64 pp.
- BUSTILLO, M.A., GARCÍA-GUINEA, J., MARTÍNEZ-FRÍAS, J. y DELGADO, A. 1999. Unusual sedimentary geodes filled by gold-bearing hematite laths. *Geological Magazine*, 136 (6), 671-679.
- CABALLERO, J.M., MONGE, A., LA IGLESIA, A. y TORNOS, F. 1998. Ferri-clinoholmquistite, $\text{Li}^{2+}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3\text{Fe Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, a new $^{\text{B}}\text{Li}$ clinoamphibole from the Pedriza Massif, Sierra de Guadarrama, Spanish Central System. *American Mineralogist*, 83, 167-171.
- CALAFAT, J. 1906. Excursión mineralógica al Norte de España y noticias sobre la giobertita de Reinosa y la gibbsita de Puente Arce. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 6, 471-478.
- CALDERÓN, S. 1903. La ambligonita de Cáceres. *Revista Minera*, LIV, 39.
- CALDERÓN, S. 1910. *Los minerales de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 2 vol., 416 y 561 pp.
- CALVO, M. 2008. *Minerales de Aragón*. Ed. Prames, Zaragoza, 463 pp.
- CANALS i SABATÉ, A. 1989. Físico-Química de los fluidos del filón Rigrós (Girona): datos de inclusiones fluidas y tierras raras. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 12, 283-293.
- CANO DE GARDOQUI GARCÍA, J.L. 2001. *Tesoros y colecciones. Origen y evolución del coleccionismo artístico*. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. Universidad de Valladolid, 166 pp.
- CARCAVILLA, L. 2006a. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 339 pp.
- CARCAVILLA, L. 2006b. Interpretación de la Geología: las geo-rutas del Parque Natural del Alto Tajo. *Tierra y Tecnología*, 29, 61-67.
- CARCAVILLA, L., BELMONTE, M.P., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. y DURÁN, J.J. 2003. *Patrimonio geológico del Alto Gállego*. Yalliq 3, formato CD-ROM. Comarca Alto Gállego, Área de Cultura, Huesca.
- CARCAVILLA, L., DELVENE, G., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., GARCÍA CORTÉS, Á., LOZANO, G., RÁBANO, I., SÁNCHEZ, A. y VEGAS, J. 2012a. *Geodiversidad y patrimonio geológico*. IGME, Madrid, 21 pp.
- CARCAVILLA, L., DURÁN, J.J., GARCÍA-CORTÉS, A. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2009. Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present and Future. *Geoheritage*, 1, 75-91.
- CARCAVILLA, L., DURÁN, J.J. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2008. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10, 1299-1303.
- CARCAVILLA, L., GARCÍA-CORTÉS, A., BELMONTE, A. y RUIZ, A. 2012. Análisis del patrimonio geológico del Geoparque de Sobrarbe (Huesca) y aplicaciones para la gestión. *Geo-Temas*, 13, 4 pp.
- CARCAVILLA, L. y PALACIO, J. 2010. *Geosites: aportación española al patrimonio mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 231 pp.
- CARCAVILLA URQUÍ, L., LÓPEZ MARTÍNEZ, J. y DURÁN VALSERO, J.J. 2007. Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. *Cuadernos del Museo Geominero*, 7. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 360 pp.
- CARDONA, F., CUENCA, J. y SAMARRA, F.X. 1987. *Les mines de Can Palomeres*. Malgrat de Mar. Ayuntamiento de Malgrat de Mar, 71 pp.

- CARMONA RUIZ, A., RAMOS MÁRQUEZ, I., y MENOR SALVÁN, C. 2016. Gupo Minero de Navalespino y mina "La Solución", Fuente Obejuna (Córdoba): historia, explotación y mineralogía. *Acopios*, 7, 21-227.
- CARRASCO MARTIÁÑEZ, I., CHECA ESPINOSA, M. y FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, E. 1995. Reocín. *Revista de Minerales*, 1 (1), 18-25.
- CASADO i AIJÓN, G. 2014. *Caracterització i gènesi de la mineralització del Socau (Vallcàrquera, El Figaró)*. Universidad Autónoma de Barcelona, 21 pp.
- CASANOVA, J.M. y OCHANDO, L.E. 1999. Los minerales del afloramiento volcánico de Lugar Nuevo de Fenollet (Valencia). *Revista de Minerales*, 1 (7), 242-249.
- CASANOVA HONRUBIA, J.M. 2006. Historia del coleccionismo de minerales. *Paleomina*, año I, nº 0, 41-46.
- CASANOVA HONRUBIA, J.M. y CANSECO CABALLÉ, M. 2002. *Minerales de la Comunidad Valenciana*. Caja de Ahorros del Mediterráneo, Alicante, 237 pp.
- CASANOVA HONRUBIA, J.M. y CANSECO CABALLÉ, M. 2007. Mineralogía de los afloramientos subvolcánicos del término de Torás, Castellón. *Revista de Minerales*, 3 (4), 6-15.
- CASANOVA HONRUBIA, J.M., OCHANDO GÓMEZ, L.E. y CANSECO CABALLÉ, M. 2004. El patrimonio minero y mineralógico de la Comunidad Valenciana: valores didácticos. En: Guillén Mondéjar, F. y del Ramo, A. (Eds.). *El patrimonio geológico: cultura, turismo y medio ambiente. Actas V reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*, Sociedad Geológica de España, Murcia, 67-76.
- CASASECA, J.L. 1826. Analyse et examen cristalographique de la thénardite. *Annales de Chimie et de Physique*, 32, 308-311.
- CASQUET, C. y VELASCO, F. 1978. Contribución a la geología de los skarns cálcicos en torno a Santa Olalla de Cala (Huelva-Badajoz). *Estudios Geológicos*, 34, 399-405.
- CASTEL, C. 1881. Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 8, 157-264.
- CASTRO, P. 1919. *Los aragonitos de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.
- CASTRO, P. y FERNÁNDEZ, R. 1916. Excursión a algunos yacimientos de aragonito. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol)*, 16, 31-41.
- CASTROVIEJO BOLIBAR, R. y NODAL RAMOS, T. 1985. Estudio geológico de las concentraciones Co-(Ni-Cu-Fe) en el Silúrico de San Juan de Plan, Valle de Gistáin (Pirineo de Huesca). *Boletín Geológico y Minero*, 96 (VI), 29-47.
- CATMUR, J. 1993. Fuentes de Ebro. *Azogue*, 12, 8-12.
- CAVANILLES, A.J. 1795. *Observaciones sobre la Historia Natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*. Imprenta Real, vol. 1, 236 pp.
- CENDRERO, A. 1996. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En MOPTMA. *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, 17-38. Ministerio de Obras públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid. 112 pp.
- CENDRERO, A. 2000. Patrimonio Geológico; diagnóstico, clasificación y valoración. *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 23-37.
- CHUKANOV, N.V., RASTSVETAeva, R.K., PEKOV, I.V. y ZADOV, A.E. 2007. Alloriite, $\text{Na}_5\text{K}_{1.5}\text{Ca}(\text{Si}_6\text{Al}_6\text{O}_{24})(\text{SO}_4)(\text{OH})_{0.5}\cdot\text{H}_2\text{O}$, a new mineral of the cancrinite group. *Proceedings of the Russian Mineralogical Society*, 136(1), 82-89.
- CÓCERA, H., MENOR, C. y MUÑOZ, R. 2010. Mineralogía de la concesión San Rafael, Villahermosa del Río, Castellón, España. *Acopios*, 1, 1-51.
- COLLECTIF. 1994. Actes du premier symposium international du patrimoine géologique. Digneles-Bains, 11-16 juin 1991. *Mémoire de la Société Géologique de France*, 165, 276.
- CÓLLIGA, L.A. 1990. El skarn de Fermoselle. *Azogue*, 1, 19-20.

- COMISIÓN DE PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE ESPAÑA. 2004. Mesa Redonda: La ley de Patrimonio Geológico Español. En VI Congreso Geológico de España. *Geo-Temas*, 6 (5).
- CONGRESO DE LOS DIPUTADOS. 2007. Enmienda al Senado 121/000140 mediante mensaje motivado al Proyecto de Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. *BOCG*, 140-11, 389-391.
- CONKLIN, L.H. 1986. *Notes and Commentaries on Letters to George F. Kunz*. Privately printed, 138 pp.
- COOPER, M.P. 2006. Robbing the Sparry Garniture; a 200-Year History of British Mineral Dealers. *Mineralogical Record*, Tucson, 358 pp.
- COOPER, M.A., HAWTHORNE, F.C. y MOFFAT, E. 2009. Steverustite, a new thiosulphate mineral from the Frongoch Mine Dump, Devils Bridge, Ceredigion, Wales: Description and crystal structure. *Mineralogical Magazine*, 73, 235-250.
- CUESTA BUSTILLO, E. y GARCÍA GARCÍA, G. 1995. Navajún, naturaleza cubista. *Bocamina*, 1, 30-37.
- CUESTA BUSTILLO, E., YUSTE RAPOSO, C. y GARCÍA GARCÍA, G. 1995. Hiendelaencia, el Filón Rico. *Bocamina*, 1, 4-28.
- CURTO, C. y FABRE, J. 1992. Fluorite and asociated minerals from Asturias, Spain. *Mineralogical Record*, 23, 69-76.
- CURTO, C., MÉRIDA, J.C. y EVANGELIO, S. 2007. La Cantera Massabé, Sils, La Selva. *Revista de Minerales*, 3 (3), 4-11.
- DALLONI, M. 1910. *Étude Géologique des Pyrenees de l'Aragon*. Marseille, Typographie et Litographie Barlatier, 444 pp.
- DALY, D. 1994. Earth science conservation in the Republic of Ireland. Workshop Pap. Intern. Meet. *Herat Sci. Conserv.*, 37-40.
- DE ALBA, S., SALDAÑA, A., IBÁÑEZ, J.J., ZINCK, A. y PÉREZ GONZÁLEZ, A. 1993. Repercusiones de la evolución de incisión fluvial sobre la complejidad de los paisajes geomorfológicos en áreas de tipo raña. En: Pinilla, A. (Coord.). *Symposium sobre la Raña en España y Portugal*. CSIC-SECS-Comunidad de Madrid, 81-93.
- DE ASCENÇÃO GUEDES, R. 2010. Echos de la minéralogie française. *Le Règne Minéral*, 94, 38.
- DE WEVER, P., LE NECHET, Y. y CORNÉE, A. 2006. Vade-mecum pour l'inventaire du patrimoine géologique national. *Mémoire de la Société Géologique de France*, 12, 162 pp.
- DE LAS HERAS, X., GRIMALT, J.O., ALBAIGES, J., JULIA, R. y ANADON, P. 1989. Origin and diagenesis of the organic matter in Miocene freshwater lacustrine phosphates (Cerdanya Basin, Eastern Pyrenees). *Organic Geochemistry*, 14, 667-677.
- DEL RAMO JIMÉNEZ, A., GUILLÉN MONDÉJAR, F., ARANA CASTILLO, R. y ALÍAS LINARES, A. 1999. Coleccionismo y Patrimonio Geológico. *IV sesión científica de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero*. Escuela Universitaria Politécnica de Bélmez, Córdoba, Tomo II, 157-166.
- DEL VALLE GONZÁLEZ, A. y GONZÁLEZ CESTEROS, V. 1988. *Guía de Minerales de España. Tomo I, Elementos y Sulfuros*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 217 pp.
- DEL VALLE GONZÁLEZ, A. y GONZÁLEZ CESTEROS, V. 1989. *Guía de Minerales de España. Tomo II, Óxidos y Halogenuros*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 217 pp.
- DEL VALLE GONZÁLEZ, A. y GONZÁLEZ CESTEROS, V. 1990a. *Guía de Minerales de España. Tomo III, Carbonatos, Nitratos y Boratos. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos y Wolframatos. Fosfatos, Arseniatos y Vanadatos*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 369 pp.
- DEL VALLE GONZÁLEZ, A. y GONZÁLEZ CESTEROS, V. 1990b. *Guía de Minerales de España. Tomo IV, Silicatos y Apéndices*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 365 pp.
- DEL VALLE GONZÁLEZ, A. y GONZÁLEZ CESTEROS, V. 1998. *Minerales de Castilla y León*. Caja Duero-Universidad de Valladolid, 221 pp.

- DELVENE, G., JIMÉNEZ, R., VEGAS, J., RÁBANO, I., y MENÉNDEZ, S. 2016. Del Campo a la vitrina: análisis de las casuísticas entre individuos-finalidad-ubicación en relación con el patrimonio paleontológico mueble. En: Meléndez, G., Núñez, A. y Tomás, M. (Eds.). *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Cuadernos del Museo Geominero*, 20, 145-151.
- DÉNIZ-GONZÁLEZ, I. y MANGAS, J. 2010. Inventario y valoración de los Lugares de Interés Geológico en la costa de Arucas (N de la isla de Gran Canaria). En: Florido P. y Rábano, I. (Eds.). *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero. Cuadernos del Museo Geominero*, 12, 75-89.
- DÍAZ MARTÍNEZ, E., GUILLÉN MONDÉJAR, F., MATA PERELLÓ, J.M., MUÑOZ BARCO, P., NIETO ALBERT, L.M., PÉREZ LORENTE, F. y DE SANTISTEBAN BOVÉ, C. 2008. Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad. *Geo-Temas*, 10, 1311-1314.
- DÍAZ-MARTINEZ, E., CARCAVILLA URQUÍ, L., GARCÍA CORTÉS, A., VEGAS SALAMANCA, J., SANTISTEBAN BOVÉ, C., GUILLÉN MONDÉJAR, F., SALAZAR RINCÓN, A. y MATA PERELLÓ, J.M. 2010. Patrimonio geológico: un nuevo nicho de empleo verde. *CONAMA10, Congreso Nacional de Medioambiente*, 1-11.
- DÍAZ-MARTÍNEZ, E., GUILLÉN MONDÉJAR, F., MATA PERELLÓ, J.M., MUÑOZ BARCO, P., NIETO ALBERT, L.M., PÉREZ LORENTE, F. y DE SANTIESTEBAN BOVÉ, C. 2008. Nueva legislación española de protección de la Naturaleza y desarrollo rural: implicaciones para la conservación y gestión del patrimonio geológico y la geodiversidad. *Geo-Temas*, 10, 1311-1314.
- DÍAZ-MARTINEZ, E., MELÉNDEZ, G., LOZANO, R.P. y ARBIZU, M. 2012. La conservación del patrimonio geológico mueble. *Geo-Temas*, 13, 605-608.
- DÍEZ HERRERO, A. 2002. Los minerales de Segovia. *Litos*, 15, 15-19.
- DÍEZ HERRERO y MARTÍN DUQUE. 2005. *Las raíces del paisaje. Condicionantes geológicos del territorio de Segovia*. Juanta de Castilla y León, Salamanca, 461 pp.
- DINGWALL, P.R. 2000. Legislación y convenios internacionales: la integración del patrimonio geológico en las políticas de conservación del medio natural. En: Baretino, D., Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. (Eds.). *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión. III Simposio Internacional ProGEO sobre la Conservación del Patrimonio Geológico*, IGME, Madrid, 15-29.
- DRUGUET, E., CARRERAS, J. y HERRERO, N. 2004. Inventario de Espacios de Interés Geológico de Catalunya. 1. Antecedentes y metodología. En: Mata-Perelló, J.M. y Gavaldá, J. (Eds.). *Actas de la VI Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Salardú (Lleida), 17-26.
- DRUGMAN, J. y HEY, M.H. 1932. Legrandite, a new zinc arsenate. *Mineralogical Magazine*, 23, 175-178.
- DUNN, P.J., PEACOR, D.R. y NEWBERRY, N. 1980a. Johnbaumite, a new member of the apatite group from Franklin, New Jersey. *American Mineralogist*, 65, 1.143-1.145.
- DUNN, P.J., PEACOR, D.R. y STURMAN, B.D. 1980b. Hauckite, $\text{Fe}^{3+}_3(\text{Mg,Mn})_{24}\text{Zn}_{18}(\text{SO}_4)_4(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_{81}$ a new mineral from Sterling Hill, New Jersey. *American Mineralogist*, 65, 192-195.
- DUQUE, L.C., ABRIL, J., GARCÍA SALINAS, F. y ELÍZAGA, E. 1978. *Desarrollo de la metodología de puntos de interés geológico en el Sector Oriental de la Cordillera Cantábrica*, IGME, Madrid (inédito).
- DUQUE, L.C., ELÍZAGA, E. y VIDAL ROMANÍ, J.R. 1983. *Puntos de Interés Geológico de Galicia*. IGME, Madrid, 103 pp.
- DURÁN, J.J. 1998. (Ed.). *El Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid*. Sociedad Geológica de España, Madrid, 290 pp.
- DURÁN, J.J. 1999. El patrimonio geológico en España: situación actual y perspectivas de futuro. En: Mata Perelló, J.M. y Serra, J. (Eds.). *I Simposium Transfronterizo sobre Patrimonio Natural*, Lleida, 7-20.
- DURÁN, J.J. y CARCAVILLA, L. 2008. Recursos minerales y patrimonio geológico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 163, 256-261.
- DURÁN, J.J. y NUCHE, R. 1999. (Eds.). *Patrimonio Geológico de Andalucía*. ENRESA, Madrid, 357 pp.
- DURÁN VALSERO, J.J., CARCAVILLA URQUÍ, L. y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2005. Patrimonio geológico: Una panorámica de los últimos 30 años en España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.)*, 100 (1-4), 277-287.

- DURÁN VALSERO, J.J., BRUSI, D., PALLÍ, LL., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., PALACIO, J. y VALLEJO, M. 1998. Geología Ecológica, Geodiversidad, Geoconservación y Patrimonio Geológico: la Declaración de Girona. En: Durán, J.J. y Vallejo, M. (Eds.). *Comunicaciones de la IV Reunión Nacional de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España, Madrid, 67-72.
- EFFENBERGER, H., GIESTER, G., KRAUSE, W. y BERNHARDT, H.J. 1998. Tschörtnerite, a copper-bearing zeolite from the Bellberg volcano, Eifel, Germany. *American Mineralogist*, 83, 607-617.
- ELÍZAGA, E. 1988. Georrecursos culturales. En: Jordá Pardo, J.F. y Ayala Carcedo, F.J. (Coords.). *Geología Ambiental*, ITGE, Madrid, 85-100.
- ELÍZAGA, E., ABRIL HURTADO, J., DUQUE, L.C., GARCÍA SALINAS, F. y MURCIA, V. 1980. Los puntos geológico-mineros de interés singular como patrimonio natural, su inventario y metodología de estudio. *I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Santander, 21 pp.
- ELÍZAGA, E., GALLEGU, E., y GARCÍA-CORTÉS, A. 1993. Inventaire national des sites d'intérêt géologique en Espagne: méthodologie et déroulement. *Memoires de la Société Géologique de France*, 164, 103-110.
- ELLIS, N.V., BOWEN, D.Q., CAMPBELL, S., KNILL, J.L., MC KIRDY, A.P., PROSSER, C.D., VINCENT, M.A. y WILSON, R.C.L. 1996. *An introduction to the Geological Conservation Review*. GCR Series, 1. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, Inglaterra.
- ELORZA, J.J. y RODRÍGUEZ LÁZARO, J. 1984. Late Cretaceous quartz geodes after anhydrite from Burgos, Spain. *Geological Magazine*, 121 (2), 107-113.
- EMBREY, P.G. 1973. Memorial of Arthur William Gerald Kingsbury. *American Mineralogist*, 58 (3-4), 372-375.
- ERD, R.C., CESBORN, F.P., GOLF, F.E. y CLARK, J.R. 1981. Mcguinnessite, a new carbonate from California. *Mineralogical Record*, 12, 143-147.
- ERIKSTAD, L. 1984. Registration and conservation of sites and areas of geological significance in Norway. *Norsk. Geogr. Tidsskr*, 38, 199-204.
- ERIKSTAD, L. 1994. Quaternary Geology Conservation in Norway. Inventory program, criteria and results. Actes du 1^{er} Symposium International sur le protection du patrimoine géologique. *Memoires Société Géologique de France*, 165, 213-215.
- ERTL, R.F. 2009. *Minerales de las Islas Canarias*. Organismo Autónomo de Museos y Centros, Cabildo de Tenerife. Publicaciones Turquesa, S.L., Santa Cruz de Tenerife, 232 pp.
- EUROPARC-ESPAÑA. 2012. *Anuario 2011 del estado de las áreas protegidas en España*. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, 186 pp.
- EUROPARC-ESPAÑA. 2017. *Anuario 2013 del estado de las áreas protegidas en España*. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, 108 pp.
- FAGNANI, G. 1980. *El coleccionismo de minerales en el momento actual*. Ajuntament de Barcelona. Museu de Geologia, Barcelona, 21 pp.
- FANINGER, E. 1984. Sigmund Freiherr Zois von Edelstein. *Geologija*, Ljubljana, 27, 5-25.
- FAUST, G.T. 1953. Huntite, $Mg_3Ca(CO_3)_4$, a new mineral. *American Mineralogist*, 38, 4-24.
- FAUST, G.T., FAHEY, J.J., MASON, B. y DWORNIK, E.J. 1969. New mineral names. *American Mineralogist*, 54, 1.740-1.741.
- FAUST, G.T. y SCHALLER, W.T. 1971. Schoenfliesite, $MgSn(OH)_6$. *Z. Kristallografi*, 134, 116-141.
- FERNÁNDEZ CALIANI, J.C. 2012. *Patrimonio mineralógico de la Universidad de Huelva*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Huelva, 147 pp.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. y CASTAÑO DE LUIS, R. 2013. Geoturismo en la ciudad de Burgos. En: Vegas, J., Salazar, A., Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (Eds.). *Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo*. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, 55-65.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E., FUERTES GUTIÉRREZ, I., GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, R.B., REDONDO VEGA, J.M. y ALONSO HERRERO, E. 2010. Lugares de Interés Geológico en la provincia de Palencia (Noroeste de España): un inventario y varios casos de estudio. En: Florido, P. y Rábano, I. (Eds.). *Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero*. *Cuadernos del Museo Geominero*, 12, 91-107.

- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. 1893. Minerales de España existentes en el Museo de Historia Natural. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (Actas)*, 22, 109-113.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. 1895. Minerales de España existentes en el Museo de Historia Natural (III). *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural (Actas)*, 24, 83-101.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. 1919. Ortosas cristalizadas de Zarzalejo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 19, 298-305.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. 1924. Datos geológicos de localidades castellanas. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 24, 298-305.
- FERNANDEZ NAVARRO, L. y CASTRO BAREA, P. 1921. La bolivarita, nueva especie mineral. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 21, 326-331.
- FERRERO ARIAS, Á., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, A., MARCHÁN, C., DÍAZ MARTÍNEZ, E. y GARCÍA CORTÉS, Á. 2012. *Mapa de Patrimonio Minero de Galicia*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 1 mapa a dos caras y carpeta contenedora.
- FITZ, O. 1993. Eine Sammlung Erzählt; Beiträge zu Inhalt und Geschichte der Mineralien und Gesteinssammlung an der Abteilung Baugeologie des Institutes für Bodenforschung und Baugeologie, Universität für Bodenkultur, Wien. *Sonderheft 1, Mitteilungen des Institutes für Bodenforschung und Baugeologie, Universität für Bodenkultur*, Wien, 80 pp.
- FLEISCHER, M. 1957. New mineral names. *American Mineralogist*, 42, 117-124.
- FLEISCHER, M. 1961. New mineral names. *American Mineralogist*, 46, 765-770.
- FLEISCHER, M. 1967. New mineral names. *American Mineralogist*, 52, 925-929.
- FLEISCHER, M. 1968. New mineral names. *American Mineralogist*, 53, 2104-2105.
- FLEISCHER, M. 1969. New mineral names. *American Mineralogist*, 54, 573-580.
- FLEISCHER, M., CABRI, L.J., CHAO, G.Y. y PABST, A. 1980. New mineral names. *American Mineralogist*, 65, 1.065-1.070.
- FLEISCHER, M. y CABRI, L.J. 1981. New mineral names. *American Mineralogist*, 66, 1.274-1.280.
- FLEISCHER, M. y MANDARINO, J.A. 1975. New mineral names. *American Mineralogist*, 60, 945-947.
- FLÖRKE, O.W., JONES, J.B. y SCHMINCKE, U. 1976. A new microcrystalline silica from Gran Canaria. *Zeitschrift für Kristallographie*, 143, 156-165.
- FONT, X. y VILADEVALL, M. 1980. Nota sobre las mineralizaciones de fluorita del Tagamanent (Barcelona). *Acta Geológica Hispánica*, XV, 135-136.
- FRANCO SAN SEBASTIÁN, A., IÑORIZA AIZPURÚA, I., ÁLVAREZ DIÉGUEZ, L. y MARTÍNEZ PÉREZ, A. 1991. *Guía de minerales del País Vasco*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Departamento de Economía, Planificación y Medio Ambiente, Álava, 187 pp.
- FRANZ, G., GILG, H. A., GRUNDMANN, G., MORTEANI, G., MARTIN-IZARD, A., PANIAGUA, A. y MARCOS-PASCUAL, C. 1996. Metasomatism at a granitic pegmatite-dunite contact in Galicia; the Franqueira occurrence of chrysoberyl (alexandrite), emerald, and phenakite; discussion and reply. *The Canadian Mineralogist*, 34(6), 1329-1336.
- FRONDEL, C. 1949. Crystallography of spangolita. *American Mineralogist*, 34, 181-187.
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I. y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2010. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, 2, 57-75.
- GAINES, R.V. 1965. Moctezumite, a new lead uranyl tellurite. *American Mineralogist*, 50, 1.158-1.163.
- GALÁN, E. y MIRETE, S. 1979. *Introducción a los minerales de España*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 420 pp.
- GALÁN, E., LÓPEZ, F., DOVAL, M. y LA IGLESIA, A. 1974. Caracterización de minerales típicos españoles. I. El aragonito. *Estudios Geológicos*, 30, 471-479.
- GALÁN HUERTOS, E. y GARCÍA GUINEA, J. 1981. Occurrence of pseudomalachite in Oliva de Mérida (Badajoz, Spain). *Abstracts of IMA '82 Meeting*, Varna, Bulgaria, 302.

- GALE, W.A., FOSHAG, W y VONSEN, M. 1939. Teepelite, a new mineral from Borax Lake, California. *American Mineralogist*, 24, 48-52.
- GALLARDO FERNÁNDEZ, F. 1808. *Origen, progresos y estado de las rentas de la Corona de España. Tomo VI*. Imprenta Real, Madrid, 490 pp.
- GALLEGO GARRIDO, M. 1992. *Las mineralizaciones de litio asociadas a magmatismo ácido en Extremadura y su encuadre en la zona Centro Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 323 pp.
- GALLEGO VALCARCE, E. y GARCÍA CORTÉS, A. 1996. Introducción. En MOPTMA (Ed.). *El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 11-16.
- GARAVELLY, C.G., VURRO, F. y FIORAVANTI G.C. 1982. Minrecordite, a new mineral from Tsumeb. *Mineralogical Record*, 13, 131-136.
- GARCÍA, A., MARTÍN, M.T. y SAAVEDRA, J. 1985. Pegmatitas mineralizadas con Li (Sn, Ta, etc.) en el centro-oeste de España. *Cuadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe*, 9, 131-147.
- GARCÍA, G. 2004. Aragonitos de Pantoja (Toledo). *Bocamina*, 13, 10-27.
- GARCÍA, G., GONZÁLEZ, C. y BUENO, A. 2004. Cadalso de los Vidrios (Madrid). *Bocamina*, 14, 12-46.
- GARCÍA ÁLVAREZ, J.R. y SANABRIA ORELLANA, R. 2007. La Mina "Ana", Berbes, Ribadesella, Asturias. Historia, geología, minería y mineralogía. *Revista de Minerale*s, 3 (3), 16-39.
- GARCÍA CASCO, A., PASCUAL, E., FENOLL, P. e HIGUERAS, P. 1988. Mineralizaciones filonianas de W asociadas al plutón de Santa Eufemia (Batolito de los Pedroches, Córdoba). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 11, 113-124.
- GARCÍA-CORTÉS, A. (Ed.). 2008. *Contextos geológicos españoles. Una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. IGME, Madrid, 235 pp.
- GARCÍA CORTÉS, A., BARETTINO FRAILE, D. y GALLEGO VALCARCE, E. 2000a. Inventario y catalogación del Patrimonio Geológico Español. Revisión histórica y propuesta de futuro. En: Barettino, D., Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. (Eds.). *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión. III Simposio Internacional ProGEO sobre la Conservación del Patrimonio Geológico*, IGME, Madrid, 51-71.
- GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L., DÍAZ-MARTÍNEZ, J. y VEGAS, J. 2014. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. Versión 5-12-2014, 64 pp.
- GARCÍA-CORTÉS, Á. y CARCAVILLA, L. 2010. *Adaptación a la Cordillera Ibérica de la metodología para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación del Patrimonio Geológico y Minero, Madrid, Informe inédito.
- GARCÍA-CORTÉS, Á. y CARCAVILLA URQUÍ, L. 2009. *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Instituto Geológico y Minero de España. Versión 18-05-2009, 61 pp.
- GARCÍA CORTÉS, A., RÁBANO, I., LOCUTURA, J., BELLIDO, F., FERNÁNDEZ-GIANOTTI, J., MARTÍN SERRANO, A., BARNOLAS, A. y DURÁN, J.J. 2000b. Contextos españoles de relevancia internacional: establecimiento, descripción y justificación según la metodología del proyecto Global Geosites de la IUGS. *Boletín Geológico y Minero*, 111 (VI), 5-38.
- GARCÍA GARCÍA, G. 1991a. Mina La Virgen, Andújar (Jaén). *Azogue*, 5, 13-35.
- GARCÍA GARCÍA, G. 1991b. Las minas de Ojos Negros. *Azogue*, 2, 23-31.
- GARCÍA GARCÍA, G. 1993. Mina Delfina, Ortiguero (Asturias). *Azogue*, 11, 13-20.
- GARCÍA GARCÍA, G. 1994. Mina Hozarco, La Hermida (Cantabria). *Azogue*, 14, 8-12.
- GARCÍA GARCÍA, G. 1996. La Unión-Excursiones mineras. *Bocamina*, 2, 36-50.
- GARCÍA GIL, E., VINDEL CATENA, E. y LUNAR HERNÁNDEZ, R. 1988. Estudio metalogénico de la mineralización de cobres grises de Alpartir (Zaragoza). *Boletín Geológico y Minero*, 99 (II), 250-261.

- GARCÍA GUINEA, J. 1986. *Mapa Gemológico y Previsor de España. Escala 1:1.000.000*. Instituto Gemológico Español-Instituto Geológico y Minero de España, 65 pp.
- GARCÍA PUELLES, E. 1918. Estudio industrial de los yacimientos wolframíferos y estanníferos de la provincia de Salamanca. *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 2 (11), 1-17, (12), 29-45, (13), 33-50.
- GASCÓN, F. 1984. Los yesos asociados a margas lignitosas en el área de Montalbán y Utrillas (Teruel). *Mineralogistes de Catalunya*, 2, 226-228.
- GEIER, B.H. y WEBER, K. 1959. New mineral names. *American Mineralogist*, 44, 207.
- GIL MARCO, J. y MUÑOZ ALVARADO, R.A. 2000. Cuarzo hematoidal bipiramidal. Los Jacintos de Compostela de Montroy (Valencia). *Revista de Minerales*, 2 (1), 25-27.
- GLOCKER, E.F. 1839. *Handbuch der Mineralogie, 2nd. edition*, Nürnberg, 618 pp.
- GOBIERNO DE ARAGÓN. 2001. *Puntos de Interés Geológico de Aragón*. Departamento de Medio Ambiente-Prames, Zaragoza, 245 pp.
- GOBIERNO DE ARAGÓN, 2007. *Libro Blanco de la Minería de Aragón*. IGME, 594 pp.
- GOFFÉ, B., AZAÑÓN, J.M., BOUYBAOUENE, M. y JULLIEN, M. 1996. Metamorphic cookeite in Alpine metapelites from Rif, northern Morocco, and the Betic Chain, southern Spain. *European Journal of Mineralogy*, 8, 335-348.
- GÓMEZ de LLANERA, J. 1959. Nuevas observaciones sobre la magnesita sedimentaria. *Estudios Geológicos*, 15, 189-209.
- GÓMEZ DÍAZ, F. 1999. La Faja Pirítica Ibérica. Geología de los yacimientos. *Bocamina*, 4, 30-46.
- GÓMEZ DÍAZ, F. y SOLA FERNÁNDEZ, J.M. 2000. Albuñuelas, wulfenitas en los criaderos de plomo-molibdeno. *Bocamina*, 6, 30-47.
- GONGGRIJP, G.P. 1992. Earth Science Conservation in Europe. Present Activities and Recommended Procedures. En: *Planning the use of the earth's surface*. Lecture Notes in Earth Sciences, 42, Springer Verlag, 371-392.
- GONZÁLEZ, T. 1832. *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla*. Imprenta de D. Miguel de Burgos, Madrid, tomo I, 718 pp.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J., LA IGLESIA, J.A., RIUS, J. y FERNÁNDEZ SANTÍN, S. 2003. Calderonite, a new lead-iron-vanadate of the brackebuschite group. *American Mineralogist*, 88, 1703-1708.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J., LOZANO, R.P. y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J. 2008. Plutón de La Cabrera. Pegmatitas graníticas y alteraciones hidrotermales. *Bocamina*, 21, 1-99.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J., LOZANO, R.P., LARIOS, A. y LA IGLESIA, A. 2012. Stokesite crystals from La Cabrera, Madrid, Spain. *The Mineralogical Record*, 43, 499-508.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO CHANRAI, J. y GONZÁLEZ DEL TÁNAGO y DEL RÍO, J. 2002. *Minerales y Minas de Madrid*. Comunidad de Madrid- Ediciones Mundi- Prensa, 271 pp.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO y DEL RÍO, J. 1993. *El núcleo metamórfico de Sierra Albarrana y su campo de pegmatitas graníticas asociado, Córdoba, España*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 887 pp.
- GONZÁLEZ LLANA, E. 1949. *El plomo en España*. Dirección General de Minas y Combustibles, Madrid, 200 pp.
- GONZÁLEZ LÓPEZ, J.M., SUBÍAS, I., FERNÁNDEZ, C. y FANLO, I. 1993. Lithium-bearing hydrothermal alteration phyllosilicates related to Portalet fluorite ore (Pyrenees, Huesca, Spain). *Clay Minerals*, 28, 275-283.
- GONZALO CORRAL, F.J. y GRACIA PLAZA, A.S. 1985. Yacimientos de estaño del oeste de España: ensayo de caracterización y clasificación económicas. *Cuadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe*, 9, 265-294.
- GONZALO y TARÍN, J. 1888. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. Tomo II. Descripción minera. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, Madrid, 660 pp.

- GORDON, S.G. 1922. Philadelphia Mineralogical Society. *American Mineralogist*, 7, 107-108.
- GÖTTER, H.D., KIRNBAUER, T., SCHWENZER, S.P. y SICK, B. 2003. Who's who in mineral names? Archduke Stephan Franz Victor of Habsburg-Lorraine (1817-1867). *Rocks & Minerals*, 78 (6), 408-411.
- GRAMLICH-MEIER, R., GRAMLICH, V. y MEIER, W.M. 1985. The crystal structure of the monoclinic variety of ferrierite. *American Mineralogist*, 70, 619-623.
- GRANDGIRARD, V. y BERGER, J.P. 1997. *Inventario dei Geotopi d'importanza nazionale – Groupe de Travail pour la protection des géotopes en Suisse*. Académie Suisse des Sciences Naturelles, 46 pp.
- GRAY, M. 2004. *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons. West Sussex, 434 pp.
- GRÖBNER, J. y FERNÁNDEZ PÉRIZ, M.A. 2006. Los minerales de los yacimientos de Cu y Co de Molvizar y Cerro Minado en Andalucía. *Revista de Minerales*, 3 (1), 48-56.
- GRÜNDER, W., PÄTZOLD, H. y STRUNZ, H. 1962. Sb₂O₄, als mineral (cervantit). *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 5, 93-98.
- GUIJARRO GALIANO, J., MONSEUR LESPAGNARD, J., GUTIÉRREZ MAROTO, A. y MEDINA NÚÑEZ, J.A. 1987. Filones wolframíferos ligados al batolito adamellítico de Trujillo (Cáceres). *Boletín Geológico y Minero*, 98 (I), 49-57.
- GUILLEMIN, C. 1964. *En Visitant les Grandes Collections Mineralogiques Mondiales*. Editions de Bureau de Recherches Geologiques et Minières. Paris, 193 pp.
- GUILLEMIN, C. y MANTIENNE, J. 1989. *En Visitant les Grandes Collections Mineralogiques Mondiales*. Éditions BRGM, Orleans, 248 pp.
- GUILLÉN MONDÉJAR, F. 2013. La diversidad Geológica y su Patrimonio, el legado de nuestro planeta a la humanidad. Propuestas para la legislación de su uso y gestión basadas en las normas internacionales y españolas sobre Geoconservación. En: Guillén Mondéjar, F., Alías Linares, M.A. y Sánchez Navarro, A. (Eds.). *XXXIII Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía, Seminarios de la SEM*, 10, Caravaca de la Cruz, Murcia, 130-152.
- GUILLÉN-MONDÉJAR, F., DÍAZ-MARTÍNEZ, E., DE SANTISTEBAN, C., HERRERO, N., MATA, J.M. y MELÉNDEZ, G. 2012. Protección, uso y gestión de la diversidad geológica (geodiversidad) y su patrimonio geológico de España: propuesta de la Sociedad Geológica de España para los partidos políticos, legislatura 2011-2015. VIII Congreso Geológico de España, Oviedo. *Geo-Temas*, 13, publicación en CD-ROM.
- GUISASOLA, J. y MORENTIN, M. 2007. ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 401-414.
- GUMIEL, P. 1978. Geología y metalogenia del yacimiento de Sn-W de “Torrecilla de los Ángeles” (Norte de Cáceres). *Boletín Geológico y Minero*, 89 (II), 25-39.
- GUMIEL, P. 1979. Estudio del yacimiento intragranítico de scheelita de “La Lapa” (Hernán-Pérez, Cáceres). *Boletín Geológico y Minero*, 90 (I), 21-35.
- GUMIEL, P. 1983. Metalogenia de los yacimientos de antimonio de la Península Ibérica. *Tecniterrae*, 54, 6-120.
- GUMIEL, P. y VINDEL, E. 1983. Estudio de las mineralizaciones filonianas plomo-antimoníferas de la cobertera de la Sierra de la Demanda. Mina Santa Rufina, Urrez (Burgos). *Boletín Geológico y Minero*, 94 (I), 10-19.
- GUMIEL MARTÍNEZ, P. y CAMPOS EGEA, R. 2000. La Parrilla. El mejor ejemplo de filones mineralizados en scheelita de la Península Ibérica. *Bocamina*, 6, 8-27.
- GUMIEL MARTÍNEZ, P. y MIRETE MAYO, S. 2004. El oro de Rodalquilar. En: Nuche del Rivero, R., Durán Valsero, J.J. y Vallejo Ordóñez, M. (Eds.). *Patrimonio Geológico de Andalucía*. Enresa, Asturias, 60-65.
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M., LUQUE CAVAL, C., GARCÍA ÁLVAREZ, J.R. y RODRÍGUEZ TERENCE, L.M. 2009. *La Fluorita. Un Siglo de Minería de Asturias*. Universidad de Oviedo, 565 pp.

- GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., RÁBANO, I., SÁ, A.A., SARMIENTO, G.N., DE SAN JOSÉ LANCHAS, M.A. y HERRANZ ARAÚJO, P. 2013. LIG e itinerarios geológicos en el Parque Nacional de Cabañeros. En: Vegas, J., Salazar, A., Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (Eds.). Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, 67-74.
- GUTIÉRREZ MAROTO, A. y MONSEUR, G. 1980. Altafondo de La Pedraza y mineralización asociada. *Tecniterrae*, 35, 32-43.
- HAFF, B. 1995. A research methodology on geomorphological assets in the Vosges (France). En: Marchetti M., Panizza M., Soldati M. y Barani D. (Eds.), Geomorphology and environmental impact assessment. *Quaderni di Geodinamica Alpina e Quaternaria*, 3, 181-185.
- HAWHORNE, F.C., OBERTE, R., HARLOW, G.E., MARESCH, W.V., MARTIN, R.F., SCHUMACER, J.C. y WELCH, M.D. 2012. Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97, 2031-2048.
- HERRGEN, C. 1799a. Titanio de Horcajuelo. *Anales de Historia Natural*, 1, 17-30.
- HERRGEN, C. 1799b. Manganeso de Toledo. *Anales de Historia Natural*, 1, 30-32.
- HILARIO, A., MENDIOLA, I. y ZULAIKA, J. 2013. Guía y geo-rutas del biotopo litoral Deba Zumaia; diseño, formatos y niveles de información para la información del geoparque de la Costa Vasca. En: Vegas, J., Salazar, A., Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (Eds.). Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, 83-93.
- HJORT, J. y LUOTO, M. 2010. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. *Geomorphology*, 115, 109-116.
- HOCHLEITNER, R., FEHR, K.T., KALIWODA, M., GÜNTHER, A., SCHMAHL, W.W. y PARK, S. 2013. Hydroniumpharmacoalumite, IMA 2012-050. *CNMNC Newsletter*, 16, 2699.
- HURLBUT, C.S. 1938. New mineral names. *American Mineralogist*, 23, 293.
- IBÁÑEZ, J.A., VELASCO, F. y PESQUERA, A. 1993. Estudio preliminar de las mineralizaciones paleozoicas de la Sierra de la Demanda. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 16 (I), 59-60.
- IBÁÑEZ-INSA, J., ELVIRA, J.J., ORIOLS, N., LLOVET, X. y VIÑALS, J. 2016. Abellaite, IMA 2014-111. *CNMNC Newsletter*, 29, 200.
- ICONA. 1975. *Plan especial de protección del medio físico de la Provincia de Madrid*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, 200 pp., 2 mapas.
- IGME. 1971. *Fase previa para la investigación de minerales de plomo del área de Mazarambroz (Toledo)*. Ministerio de Industria, Madrid, 101 pp.
- IGME. 1974. *Mapa Metalogenético de España a escala 1:200.000 nº 44 (Ávila)*. Imprenta Ideal, Madrid, 20 pp.
- IGME. 1977. *Investigación minera en el término de Lanteira (Reserva Estatal SE)*. Ministerio de Industria y Energía, 52 pp. (Informe inédito).
- IGME. 1980a. *Inventario Nacional de recursos de plomo y cinc. Tomo II*. Ministerio de Industria y Energía, 218 pp. (Informe inédito).
- IGME. 1980b. *Estudio geológico-minero de los yacimientos del Grupo Minero San Roque, mina Miraflores y otros (Cáceres y Badajoz)*. Ministerio de Industria y Energía, Madrid, 51 pp. (Informe inédito).
- IGME. 1981a. *Inventario Nacional de recursos de cobre. Tomo III (Memoria)*. Ministerio de Industria y Energía, 288 pp. (Informe inédito).
- IGME. 1981b. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 nº 261 (Tuy)*. Gráficas ADOSA, Madrid, 52 pp.
- IGME. 1982a. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 nº 400 (Portillo)*. Gráficas Chile, Madrid, 68 pp.
- IGME. 1982b. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 nº 913 (Orihuela)*. ADOSA, Madrid, 39 pp.
- IGME. 1983. *Inventario Nacional de los recursos de barita. Tomo II*. Ministerio de Industria y Energía, 242 pp. (Informe inédito).
- IGME. 1985. *Inventario Nacional de Recursos de Wolframio*. Grafimad, Madrid, 168 pp.

- IGME. 1987. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 n° 171 (Viana)*. Gráficas Topacio, Madrid, 39 pp.
- IGME. 2000. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 n° 528 (Guijuelo)*. Gráficas Muriel, Madrid, 109 pp.
- INGEMISA. 2006. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 n° 950 (Huéscar)*. IGME, Madrid, 85 pp.
- ITGE. 1971. *Plan Nacional de la Minería. Programa Nacional de Investigación Minera. Estudio Sectorial de Yesos. Zona de Levante*. Tomo I, 92 pp. (Informe inédito).
- ITGE. 1990. *Revisión y estudio geológico minero de los indicios de estroncio en la Comunidad Valenciana. Tomo I (Memoria)*. Ministerio de Industria y Energía, ITGE, Madrid, 169 pp. (Informe inédito).
- ITGE. 1991. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 n° 991 (Iznalloz)*. Gráficas Topacio, Madrid, 84 pp.
- ITGE. 1992. *El Patrimonio Geológico*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 23 pp.
- ITGE. 1997. *Mapa geológico de España a escala 1:50.000 n° 312 (Baltanás)*. Lagos Cartografía, Madrid, 84 pp.
- JAMBOR, J.L., KOVALENKER, V.A y ROBERTS, A.C. 1995. New mineral names. *American Mineralogist*, 79, 630-635.
- JAMBOR, J.L., VIÑALS, J., GROAT, L.A. y RAUDSEPP, M. 2002. Cobaltarthurite, $\text{Co}_2\text{Fe}_3+2(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a new member of the arthurite group. *Canadian Mineralogist*, 40, 725-732.
- JEFFERIS, A.E. 1999. A tribute to William Walter Jefferis. *Matrix*, 7, (1), 21-26.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. 2014. La riqueza mineralógica del distrito pegmatítico de Belvís de Monroy (Cáceres, España). *De Re Metallica*, 23, 79-84.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., ÁLVAREZ ARECES, E., MENDUIÑA, J. y MARTÍN RUBÍ, J.A. 2009. Materiales utilizados en el patrimonio arquitectónico: la arenisca roja de la catedral de Astorga (León). *Boletín Geológico y Minero*, 120 (I), 45-52.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., BELLIDO, F., MARTÍN RUBÍ, J.A., LÓPEZ JEREZ, J. y CALVO, M. 2012a. Minerales con historia: el granate almandino de la Fuente de los Jacintos (Toledo). *Boletín Geológico y Minero*, 123 (II), 183-192.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., CALVO, M., MARTÍNEZ PALOMARES, M.A. y GORGUES, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. y GONZÁLEZ LAGUNA, R. 2013. Patrimonio geológico mueble. Actualización de la colección de minerales del Principado de Asturias en el Museo Geominero (IGME). En: Vegas, J., Salazar, A., Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (Eds.). Patrimonio geológico, un recurso para el desarrollo. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, 601-607.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., GONZÁLEZ LAGUNA, R., LOZANO FERNÁNDEZ, R.P., PARADAS HERRERO, Á., BAEZA CHICO, E., TORRES MATILLA, M.J. y CABRERA ANDONAEGUI, B. 2013. Colección de Minerales de las Comunidades y Ciudades Autónomas del Museo Geominero: Catálogo de la Comunidad de Madrid. *Cuadernos del Museo Geominero*, 16, publicación en CD-ROM.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., GONZÁLEZ LAGUNA, R., PARADAS, A., BAEZA, E. y LOZANO, R.P. 2010. Patrimonio Geológico Mueble: actualización de la colección de minerales españoles del Museo Geominero: Castilla-La Mancha y Comunidad de Madrid. En: Florido, P. y Rábano, I. (Eds.). Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero. *Cuadernos del Museo Geominero*, 12, 407-416.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., JORDÁ, L., JORDÁ, R. y PRADO, P. 2004. Madrid: la minería metálica desde 1417 hasta nuestros días. *Bocamina*, 14, 52-89.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., LOZANO, R.P., PARADAS, A., GONZÁLEZ LAGUNA, R. y BAEZA, E. 2011. *Colección de minerales de las Comunidades y Ciudades Autónomas: 1. Comunidad de Madrid*. Publicaciones del Museo Geominero, IGME, Madrid, 23 pp.

- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R., LOZANO, R.P., PARADAS, A., GONZÁLEZ LAGUNA, R. y BAEZA, E. 2012b. *Colección de minerales de las Comunidades y Ciudades Autónomas: 2. Castilla-La Mancha*. Publicaciones del Museo Geominero, IGME, Madrid, 23 pp.
- JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. y PRIETO FERNÁNDEZ, M. 2015. Las quastolitas del Parque Histórico del Navia: patrimonio mineralógico en el occidente de Asturias. *De Re Metallica*, 24, 25-32.
- JOHANSSON, C.E., ANDERSEN, S. y ALAPASSI, M. 1999. Geodiversity in the Nordic Countries. *ProGeo News*, 1, 1-3.
- JOYCE, E.B. 2010. Australia's Geoheritage: History of Study, A New Inventory of Geosites and Applications to Geotourism and Geoparks. *Geoheritage*, 2, 39-56.
- JORDÁ, J. 2004. El patrimonio geológico de la provincia de Zamora: inventario preliminar de lugares de interés geológico. *Geo-Temas*, 6(4), 109-123.
- JORDÁ BORDEHORE, L. 1992. La mina de La Florida. *Azogue*, 6, 7-11.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 1986. *Libro Blanco de la Minería Andaluza*. Consejería de Economía y Fomento, Dirección General de Industria, Energía y Minas, 344 pp.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 2004. *Inventario, diagnóstico y valoración de la geodiversidad andaluza. Inventario de georrecursos culturales de Andalucía*. Consejería de medio Ambiente. DVD interactivo.
- JUNTA DE EXTREMADURA. 1993. *La minería en Extremadura*. Consejería de Industria y Turismo, Mérida, 501 pp.
- KAMPF, A.R. y FAVREAU, G. 2004. Jacquesdietrichite, $\text{Cu}_2[\text{BO}(\text{OH})_2](\text{OH})_3$, a new mineral from the Tachgagalt mine, Morocco: Description and crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 16, 361-366.
- KRAUSE, K., BERNHARDT, H.J. y EFFENBERGER, H. 2006. Schlegelite, $\text{Bi}_7\text{O}_4(\text{MoO}_4)_2(\text{AsO}_4)_3$, a new mineral from Schneeberg, Saxony, Germany. *European Journal of Mineralogy*, 18, 803-811.
- KRIEG, W. 1994. Condition of protection of Geosites in Austria. Actes du 1^{er} Symposium International sur le protection du patrimoine géologique, Digne-les-Bains, *Memoires Société Géologique de France*, 165, 81-82.
- KUNZ, G.F. 1907. History of the Gems found in North Carolina: Beryl Gems and Spodumene (Hiddenite). *North Carolina Geological and Economic Survey*, 12, 37-48.
- LA IGLESIA, A. 2004. Desde andalucita a zincosita: un recorrido por los minerales descubiertos en España. *Estudios Geológicos*, 60, 3-10.
- LAGO, M., ARRANZ, E., ANDRÉS, J.A., SORIA, A.R y GALÉ, C. 2001. *Patrimonio Geológico: bases para su estudio y metodología*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Serie Investigación. Zaragoza. 107 pp.
- LASALA, J.G. 1854. Breve reseña de la fábrica establecida en Calatayud para obtener algunos productos químicos. *Revista Minera*, 5, 279-284.
- LIZANO, I. 1999. La mina de plomo "La Martorellense" de la Sierra de L'Ataix, Martorell-Castellví de Rosanes (Baix Llobregat). *Revista de Minerales*, 1 (7), 250-256.
- LOOK, E.R. 1996. (Ed). *Geotope Conservation in Germany. Guidelines of the Geological Surveys of the German Federal States. Final Report*. Ad-hoc Geotope Conservation Working Group. Angewandte Landschaftsökologie. Bundesamt für Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg, 105 + XVI pp.
- LÓPEZ CIRIANO, A., BAULUZ LÁZARO, B. y FERNÁNDEZ-NIETO, C. 1992. La mina de ZN-Pb "Virgen del Carmen" de Santa Cruz de Nogueras: morfología del yacimiento. *Boletín Sociedad Española de Mineralogía*, 15 (I), 301-305.
- LÓPEZ CIRIANO, A. y FERNÁNDEZ-NIETO, C. 1990. El yacimiento de antimonio de Lanzuela (Cadena Ibérica Oriental). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 13 (I), 80-81.
- LÓPEZ JEREZ, J. y JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. 2011. El yacimiento de magnetita de San Pablo de los Montes, Toledo. *Revista de Minerales*, 4 (6), 10-18.
- LÓPEZ JEREZ, J. y JIMÉNEZ MARTÍNEZ, R. 2013. Yacimientos de plomo y barita en "Perdiguera" y "Las Cabezuelas", Madridejos, Consuegra y Camuñas (Toledo). *Hastial*, 3, 45-99.

- LOZANO, R.P. 2013. Moveable mineralogical and petrological heritage: the example of the Geominero Museum (Spanish Geological Survey, IGME, Madrid). En: Guillén Mondéjar, F; Alías Linares, A. y Sánchez Navarro, A. (Eds.). *Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía: International Seminar on Conservation of Mineralogical and Petrological Heritage and its Tourism and Cultural Usages*, Caravaca de la Cruz (Murcia), v. 10, 47-61.
- LOZANO, R.P. y RODRIGO, A. 1998. Procesos de mineralización en fósiles del Cretácico Superior de Olazagutía (Navarra). *Boletín Geológico y Minero*, 109 (III), 215-226.
- LOZANO, R.P., ROSSI, C., LA IGLESIA, A. y MATESANZ, E. 2012. Zaccagnaite-3R, a new Zn-Al hydrotalcite polytype from El Soplao cave (Cantabria, Spain). *American Mineralogist*, 97, 513-523.
- MACÍAS VÁZQUEZ, F. 2014. (Coord.). *Complejo básico-ultrabásico de Capelada-Cabo Ortegal*. Andavira Editora, Santiago de Compostela, 98 pp.
- MALLADA, L. 1878. Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 6, 439 pp.
- MANCHEÑO, M.A., RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T., MARTÍN-MARTÍN, M. y ROMERO, G. 2010. Guía Geológica del Parque Regional de la Sierra de la Pila (Murcia). En: Florido, P. y Rábano, I. (Eds.). Una visión multidisciplinar del patrimonio geológico y minero. *Cuadernos del Museo Geominero*, 12, 425-436.
- MANOSSO, F.C. 2009. Geodiversity, Geological Heritage and Geotourism: the need geoconservation. *Geographic perspective*, 5, 1-2.
- MARCOS BERMEJO, F. 1992. La Celia, Murcia. *Azogue*, 8, 7-14.
- MARCOS BERMEJO, F. 1993. Mina Gilico, Cehegín. *Azogue*, 12, 13-18.
- MARÉS, F. 2000. *El mundo fascinante del coleccionismo y de las antigüedades: memorias de la vida de un coleccionista, Federico Marés Deulovol*. Museu Frederic Marés, Barcelona. 413 pp.
- MARFIL PÉREZ, R. 1970. Estudio petrogenético del keuper en el sector meridional de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 26, 113-161.
- MÁRQUEZ, E. 1966. Contribución al estudio metalogénico de "Los Pedroches" (Córdoba). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 4. 106-125.
- MARTÍN DONAYRE, F. 1879. Descripción de la provincia de Ávila. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico*, 7, 297 pp.
- MARTÍN IZARD, A., PALERO FERNÁNDEZ, F.J., REGULÓN BRAGADO, R. y VINDEL CATENA, E. 1986. El skarn de Carracedo (San Salvador de Catamunda). Un ejemplo de mineralización pirometasomática en el N de la provincia de Palencia. *Studia Geológica Salmanticensia*, XXIII, 171-192.
- MARTÍNEZ ALCÍBAR, A. 1850. Raro e importante mineral de Níquel. *Revista Minera*, I, 302-306.
- MATA, J.M. 1987. Inventario mineralógico de la tierra de Sigüenza (Guadalajara, Castilla-La Mancha). *Cantil*, 36, 44 pp.
- MATA, J.M. y COLLDEFORNS, B. 1994. Selecció d'itineraris geològics i mineralògics per les comarques del Baix Camp, Conca de Barberà, Priorat i Ribera d'Ebre. *Xaragall*, 34, 11 pp.
- MATA-PERELLÓ, J.M. y SANZ BALAGUÉ, J. 2013. Topomineralogía de la provincia de Orense/Ourense. *Cantil*, 17, 27 pp.
- MATÍAS, R. 1996. El distrito minero Profunda-Providencia. Localidad Tipo de la Villamanita (Cármenes), León. *Revista de Minerales*, 1 (6), 158-183.
- McBURNEY, T.C. y MURDOCH, J. 1959. Haiweeite, a new uranium mineral from California. *American Mineralogist*, 44, 839-843.
- MENDÍA, M., HILARIO, A., APELLANIZ, E., ARAMBURU, A., CARRACEDO, M., CEARRETA, A., EGUÍLUZ, L., GIL CRESPO, P., GONZÁLEZ, M.J., LÓPEZ-HORGUE, M., MARTÍNEZ-TORRES, L.M. y MUGERZA, I. 2013. El inventario de lugares de interés geológico de la comunidad autónoma del País Vasco (CAPV). En: Vegas, J., Salazar, A., Díaz-Martínez, E. y Marchán, C. (Eds.). Patrimonio Geológico, un recurso para el desarrollo. Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. *Cuadernos del Museo Geominero*, 15, 457-466.

- MENDUIÑA, J., ORDÓÑEZ, S. y GARCÍA, M.A. 1984. Geología del yacimiento de glauberita de Cerezo de Río Tirón (provincia de Burgos). *Boletín Geológico y Minero*, 95, 33-51.
- MENOR SALVÁN, C. 2012. Arsenogoyazita e iltisita de la mina "Las Cocotas", Tíjola, Almería (España). *Acopios*, 3, 1-5.
- MENOR SALVÁN, C. y PRADO HERRERO, P. 2008. Kristiansenita, britolita (Ce) y otros minerales raros en el granito de Cadalso de los Vidrios, Madrid. *Revista de Minerales*, 3 (5), 52-54.
- MERCHÁN, J.C., MARTÍN-IZARD, A. y ARRIBAS, A. 1987. Geología y metalogenia de los yacimientos de Pb y W de la zona de Guijuelo. El caso de la stolzita de La Tala. *Studia Geológica Salmanticensia*, XXIV, 177-214.
- MESA, M., CALVO, M. y VIÑALS, J. 2002. El Valle-Boinás. Un proyecto moderno con minerales de excepción. *Bocamina*, 9, 38-85.
- MIEHE, G. y GRAETSCH, H. 1992. Crystal structure of moganite, a new structure type for silica. *European Journal of Mineralogy*, 4, 693-706.
- MIR AMORÓS J. 1987. La colección Folch. *Industria Minera*, 266, 15-18.
- MIR AMORÓS J. 1990. El coleccionismo de minerales y rocas. *Industria Minera*, 300, 55-60.
- MOLLFULLEDA BORRELL, J. 1999. *Minerales de España*. Editorial Carroggio, Barcelona, 319 pp.
- MONTGOMERY, A. 1971. Friends of Mineralogy: The Folch-Girona Collection. *Mineralogical Record*, 2 (1), 32-34.
- MOORE, P.B., IRVING, A.J. y KAMPT, A.R. 1975. Foggite, Goedkenite and Samuelsonite: Three New Species from the Palermo No. Pegmatite, North Groton, New Hampshire. *American Mineralogist*, 60, 957-964.
- MOORE, P.B. y ARAKI, T. 1977. Gersmannite, a new zinc silicate and a novel cubic close-packed oxide structure. *American Mineralogist*, 62, 51-59.
- MOORE, P.B. e ITO, J. 1978. Whiteite, a new species, and a proposed nomenclature for the jahnsite-whiteite complex series. II. New data on xanthoxenite. III. Salmonsites discredited. *Mineralogical Magazine*, 42, 309-323.
- MORO, M.C., GIL, M., CEMBRANOS, M.L., PÉREZ DEL VILLAR, L. y FERNÁNDEZ, A. 1995. Las mineralizaciones estratiformes de variscita (Aluminofosfatitas) silúricas de los Sinformes de Alcañices (Zamora) y Terena (Huelva). *Boletín Geológico y Minero*, 106 (III), 233-249.
- MUGUETA, I. 2005. Minería cuproargentífera en el reino de Navarra (siglo XIV). *Príncipe de Viana*, 235, 405-428.
- MUÑOZ, C. y PIÑERO, A. 1951. Breve nota sobre las teruelitas, *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 23, 73-80.
- MUÑOZ ESPADAS, M.J., MARTÍNEZ FRÍAS, J. y LUNAR, R. 2001. Nuevos datos mineralógicos y texturales de los granates y fases asociadas del Cerro El Hoyazo (Almería). *Geogaceta*, 30, 19-21.
- MURCIEGO, A., PASCUA, M.I., BABKINE, J., DUSAUSOY, Y., MEDENBACH, O. y BERNHARDT, H.J. 1999. Barquillite, $\text{Cu}_2(\text{Cd,Fe})\text{GeS}_4$, a new mineral from the Barquilla Deposit, Salamanca. *European Journal Mineralogy*, 11, 111-117.
- MURDOCH, J. 1962. Wightmanite, a new borate mineral from Crestmore, California. *American Mineralogist*, 47, 718-722.
- NARANJO y GARZA, F. 1862. *Elementos de mineralogía general, industrial y agrícola*. Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, Madrid, 603 pp.
- NAVÁS, L. 1922. Algunos fósiles de Libros. *Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales*, 21 (IV), 51-61.
- NAVIDAD, M. y VILLASECA, C. 1983. Sobre la mineralogía del Skarn Férrico del Arroyo Zancado (Macizo de El Caloco-Guadarrama Central). *Revista de Materiales y Procesos Geológicos*, 1, 299-310.
- NIETO, L.M. 2001. Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (II), 3-11.
- NOAIN MAURA, M.J. 1996. Las cuentas de collar en variscita de las minas prehistóricas de Gavà (Can Tintorer). Bases para un estudio experimental. *CuPAUAM*, 23, 37-86.

- NOGUÉS, M.A.F. 1885. El oro de la sierra de Peñaflor. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 12, 247-251.
- NUCHE, R. 2000. (Ed.). *Patrimonio geológico de Cataluña*. ENRESA, Madrid, 262 pp.
- NUCHE, R. 2001. (Ed.). *Patrimonio geológico de Castilla y León*. ENRESA, Madrid, 518 pp.
- NUCHE, R. 2002. (Ed.). *Patrimonio geológico de Asturias, Cantabria y País Vasco*. ENRESA, Madrid, 574 pp.
- NUCHE, R. 2003. (Ed.). *Patrimonio geológico de Castilla-La Mancha*. ENRESA, Madrid, 613 pp.
- NUCHE, R. 2004. (Ed.). *Patrimonio geológico de Galicia*. ENRESA, Madrid, 450 pp.
- OBERTI, R., BOIOCCHI, M., SMITH, D.C., MENDENBACH, O. y HELMERS, H. 2008. Potassic-aluminotaramite from Sierra de los Filabres, Spain. *European Journal of Mineralogy*, 20, 1005–1010.
- OBERTI, R., CABALLERO, J.M., OTTOLINI, L., LÓPEZ ANDRÉS, S. y HERREROS, V. 2000. Sodic-ferripedrizite, a new monoclinic amphibole bridging the magnesium-iron-manganese-lithium and the sodium-calcium groups. *American Mineralogist*, 85, 578-585.
- OBERTI, R., CÁMARA, F. y CABALLERO, J.M. 2004. Ferri-ottoliniite and ferriwhittakerite, two new end-members of the new Group 5 for monoclinic amphiboles. *American Mineralogist*, 89, 888-893
- OBERTI, R., CÁMARA, F., CABALLERO, J.M. y OTTOLINI, L. 2003. Sodic-ferri-ferropedrizite and ferri-clinoferroholmquistite: mineral data and degree of order of the a site cations in Li-rich amphiboles. *Canadian Mineralogist*, 41, 1345-1354..
- OEN, I.S., BURKE, E.A.J., KIEFT, C. y WESTERHOF, A.B. 1972. Westerveldite, (Fe,Ni,Co)As, a new mineral from La Gallega, Spain. *American Mineralogist*, 57, 354-363.
- OREA BOBO, I. 2001. Navasfrías, nuestra escuela de bateo. *Bocamina*, 7, 8-24.
- ORUETA, D. 1919. Informe sobre el reconocimiento de la Serranía de Ronda. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 40, 201-331.
- OSÁCAR, M.C., BESTEIRO, J. y POCOVÍ, A. 1986. Estudio de una mineralización de baritina en Aladrén (Zaragoza). Descripción mineralógica y estructural. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 9, 383-389.
- OVEJERO, G. 1991. Mineralizaciones Zn-Pb ordovícicas del anticlinorio de Bossot. Yacimientos de Llat y Victoria. Valle de Arán, Pirineo (España). *Boletín Geológico y Minero*, 102, 356-377.
- PAAR, W., ROBERTS, A.C., TOPA, D., ZAGLER, G., BERLEPSCH, P. y ARMBRUSTER, T. 2004. Putzite, (Cu_{4.7} Ag_{3.3})GeS₆, a new mineral species from Capillitas, Catamarca, Argentina: description and crystal structure. *Canadian Mineralogist*, 42, 1.757-1.769.
- PALACHE, C., BERMAN, H. y FRONDEL, C. 1944. *The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana, Yale University 1837-1892*, Volume I: Elements, Sulfides, Sulfosalts, Oxides. John Wiley and Sons, Inc., New York. 7th edition, revised and enlarged, 499-501.
- PALACHE, C., BERMAN, H. y FRONDEL, C. 1951. *The System of Mineralogy of James Dwight Dana and Edward Salisbury Dana*. Yale University 1837-1892, volume II, 1.124 pp.
- PALACHE, C. y FOSHAG, W.F. 1938. Antofagastite and bandylite, two new copper minerals from Chile. *American Mineralogist*, 23, 85-90.
- PALACIO, J. y RUIZ, P. 1997. Patrimonio Geológico de Ibiza. Valoración y catalogación. En: Pallí, L. y Carreras, J. (Eds.). *Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España-Universidad de Girona, 55-62.
- PALACIO, J., SÁNCHEZ DE LA TORRE, L., SUÁREZ DE CENTI, C. y VALENZUELA, M. 1985. *Puntos de Interés Geológico de Asturias*. Volumen 1. Ministerio de Industria y Energía. IGME, Madrid, 132 pp.
- PALACIO SUÁREZ, J. 1999. Patrimonio geológico. Aspectos metodológicos. *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible (Soria)*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Serie Monografías, 11-21.
- PALACIOS DEL VALLE, R. y PRIETO CARRASCO, R.M. 1921. Memorias sobre criaderos de minerales ricos en cobre y otros, del término municipal de Cala (Huelva). *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 47, 1-43.

- PALERO, F.J. 2002. La mina de Almadén. Las otras riquezas inagotables. *Bocamina*, 10, 4-43.
- PALERO, F.J. y CALVO, M. 2005. Las prehnitas de Carchelejo (Jaén). *Bocamina*, 16, 12-25.
- PALERO FERNÁNDEZ, F.J. 1991. *Evolución geotectónica y yacimientos minerales de la Región del Valle de Alcudía, (Sector Meridional de la Zona Centroibérica)*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 827 pp.
- PALERO FERNÁNDEZ, F.J. 1999. La Faja Pirítica Ibérica. Geología y Metalogenia. *Bocamina*, 4, 10-26.
- PALERO FERNÁNDEZ, F. 2013. The geological singularities of a world-wide patrimony: The giant mercury deposits of Almadén (Spain). En: Guillén Mondéjar, F., Alías Linares, M.A. y Sánchez Navarro, A. (Eds). *XXXIII Reunión de la Sociedad Española de Mineralogía, Seminarios de la SEM*, 10, Caravaca de la Cruz, Murcia, 95-111.
- PALERO FERNÁNDEZ, F.J., GÓMEZ DÍAZ, F. y CUESTA, J.M. 2000. Pilar de Jaravia. La geoda gigante de la mina Rica. *Bocamina*, 6, 54-67.
- PANIAGUA, A., RODRÍGUEZ-PEVIDA, L.S. y GUTIÉRREZ-VILLARIAS, J.L. 1987. Mineralizaciones As-Sb-Au asociadas a rocas ígneas filonianas del NE de León: las minas de Burón. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 10 (I), 25-26.
- PANIZZA, M., BERTOLANI, M., CARTON, A. y SOLMI, M. 1983. Principali evidenze geomorfologiche della provincia de Miden. Relazioni sullo stato dell'ambiente nella provincia di Modena. *Assessorato alla Difesa del Suelo e dell'Ambiente*, 185-193.
- PATO, F. y PEÑA, E. 1918. Estudio industrial de varios yacimientos metálicos del término de Lorca (Murcia). *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia*, 2 (9), 1-25; (10), 35-51; (11), 19-42; (13), 1-3.
- PAULY, H. 1965. Ralstonite from Ivigtut, South Greenland. *American Mineralogist*, 50, 1.851-1.864.
- PEACOCK, M.A. y THOMSON, R.M. 1946. Montbrayite, a new gold telluride. *American Mineralogist*, 31, 515-526.
- PELLICER, M.J. 1973. Estudio petrológico y geoquímico de un nuevo yacimiento de rocas lamproíticas situado en las proximidades de Aljorra (Murcia). *Estudios Geológicos XIX* (1), 99-106.
- PELLETIER, M.M.B. y DONADEI, L. 1790. Mémoire sur le phosphate calcaire. *Journal de Physique*, 37, 161-168.
- PÉREZ LORENTE, F. 2000. Experiencias de geoconservación en La Rioja. En: Baretino, D., Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. (Eds.). *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión. III Simposio Internacional ProGEO sobre la Conservación del Patrimonio Geológico*, IGME, Madrid, 179-196.
- PERIANES VALLE, A. y GARCÍA ISIDRO, P. (Dir.). 1993. *Minerales gemológicos de Extremadura*. Junta de Extremadura, 149 pp.
- PILKINGTON, E.S., SEGNET, E.R. y WATTS, J.R. 1982. Peisleyite, a new sodium aluminium sulphate phosphate. *Mineral Magazine*, 46, 449-452.
- PROUST, L. 1791. Sobre la piedra fosfórica de Extremadura. *Anales del Real Laboratorio de Química de Segovia*, 1, 439-450 y 453-456.
- QURASHI, M.M. y BARNES, W.H. 1963. The structures of the minerals of the descloizite and adelite groups; IV, Descloizite and conichalcite (part 2), the structure of conichalcite. *Canadian Mineralogist*, 7, 561-577.
- RAADE, G. y BRASTAD, K. 1993. Kamphaugite(Y), a new hydrous Ca(Y-REE) carbonate mineral. *European Journal of Mineralogy*, 5, 379-683.
- RAADE, G., Mladeck, M.H., DIN, V.K., CRIDDLE, A.J. y STANLEY, C.J. 1988. Blatterite, a new antimony-bearing Mn²⁺-Mn³⁺ member of the pinakiolite group, from Nordmark, Sweden. *Neues Jahrb. Mineral., Monatsh.* 1988, 121-136.
- RÁBANO, I. y PARADAS, A. 2006. La colección de minerales del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid). *Macfa*, 4/5, 77-87.
- RAMÓN MIRA, H. y GALIANA VERDÚ, R. 2012. Unos curiosos cristales de hematites. *Paleomina*, 3, 3 - 19.
- RAMOS, I., PALERO, F.J. y PEÑA, J. 2006. La mina San Andrés. *Bocamina*, 18, 14-47.

- RAMOS GOROSTIZA, J.L. 2006. Gestión ambiental y política de conservación de la naturaleza en la España de Franco. *Revista de Historia Industrial*, 32, 99-140.
- RESTREPO MARTÍNEZ, C. 2011. *Museos y colecciones mineralógicas catalanas: historia, gestión, divulgación y patrimonio*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales, 528 pp. (Inédito).
- REY FRAILE, I. 2014. *La conservación del patrimonio genético: colecciones de ADN y tejidos*. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Celular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, 324 pp.
- RIUS, J., PLANA, F., QUERALT, I. y LOUËR, D. 1998. Preliminary structure type determination of the fibrous aluminosilicate "aerinite" from powder X-ray diffraction data. *Anales de Química Int.*, 94, 101-106.
- ROBERTS, A. C., STIRLING, J.A.R., CARPENTER, G.J.C., CRIDDLE, A.J., JONES, G.C., BIRKETT, T.C. y BIRCH, W.D. 1995. Shannonite, Pb_2OCO_3 , a new mineral from the Grand Reef Mine, Graham County, Arizona, USA. *Mineralogical Magazine*, 59, 305-310.
- ROBERTS, A., GRICE, J., GROAT, L., CRIDDLE, A., GAULT, R., ERD, R. y MOFFATT, E. 1996. Jensenite, $\text{Cu}_3\text{Te}(\text{super } 6+) \text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, a new mineral species from the Centennial Eureka Mine, Tintic District, Juab County, Utah. *Canadian Mineralogist*, 34, 49 – 54.
- ROBERTS, A.C., BURNS, P.C., GAULT, R.A., CRIDDLE, A.J., FEINGLOS, M.N. y STIRLING, J.A.R. 2001. Paganoite, $\text{NiBi}_3+\text{As}_5+\text{O}_5$, a new mineral from Johanngeorgenstadt, Saxony, Germany: Description and crystal structure. *European Journal of Mineralogy*, 13, 167-175.
- ROBINSON, P.D. y FANG, J.H. 1971. Crystal structures and mineral chemistry of hydrated ferric sulphates: II. The crystal structure of paracoquimbite. *American Mineralogist*, 56, 1.567-1.572.
- ROBLES, F., ACUÑA, J., GUTIÉRREZ, G. y NIETO, M. 1983. *Lugares de interés geológico de la provincia de Valencia*. Diputación de Valencia, 126 pp.
- ROCHA, D., BRILHA, J., SÁ, A.A. y VALERIO, M. 2007. Movable geological heritage of the Geological Interpretative Centre of Canelas: role on the development of the projet "Arouca Geopark". *Workshop Geomorphosites, Geoparks and Geotourism*. Lesvos, Greece, 35-36.
- RODA-ROBLES, E., PESQUERA, A., GIL, P.P., TORRES-RUIZ, J. y FONTÁN, F. 2004. Tourmaline from the rare-element Pinilla pegmatite, (Central Iberian Zone, Zamora, Spain): chemical variation and implications for pegmatitic evolution. *Mineralogy and Petrology*, 81, 249-263.
- RODA-ROBLES, E., GIL-CRESPO, P.P., PESQUERA, A. y TORRES-RUIZ, J. 2009. La Pegmatita Granítica de Puentemocha (Pereña, Salamanca): Estructura Interna, Petrografía y Mineralogía. *Macla*, 11, 161-162.
- RODRÍGUEZ TERENCE, L.M. 2007. *Las mineralizaciones auríferas de la granodiorita de Salave (Tapia de Casariego, Asturias)*. Tesis Doctoral, Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo, 403 pp.
- ROMERO SÁNCHEZ, G. 2004. *El Patrimonio Paleontológico de la Región de Murcia*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 411 pp. (Inédito).
- ROMERO SILVA J.C. 2003. *Minerales y Rocas de la Provincia de Málaga*. Centro de Ediciones de la Diputación de Málaga, Málaga, 318 pp.
- ROSELL, J. 1997. El Turó de Montcada (Montcada i Reixac, Vallés Occidental). Historia, minería y mineralogía. *Mineralogistes de Catalunya*, 7, 34-55.
- ROSELL, J., GARRIDO, J.L., VIÑALS, J., BÁRTULOS, V., VINYOLES, J., ORTIZ, X., MINGUEZA, P., MASON, G. y BOBI, F. 2014. *Rocabruna i el seu entorn. La mina de Les Ferreres*. Ed. Grup de Treball de Rocabruna, Barcelona, 128 pp.
- RUIZ, J.E. 1982. Mineralizaciones estannovolfamíferas en Noia y Lousame. Estudio previo. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 3, 595-624.
- RUIZ CRUZ, M.D. y SANZ DE GALDEANO, C. 2009. Suhailite, a new ammonium trioctahedral mica. *American Mineralogist*, 94, 210-221.
- RUIZ MORA, J.E. y AMEIXEIRAS LÓPEZ, J. 1981. Antiguas explotaciones de estaño-wolframio en Arteixo y Laracha (resumen). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 2, 275-288.

- RUMSEY, M.S., MILLS, S.J. y SPRATT, J. 2010. Natropharmacoalumite, $\text{NaAl}_4[(\text{OH})_4(\text{AsO}_4)_3] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, a new mineral of the pharmacosiderite supergroup and the renaming of aluminopharmacosiderite to pharmacoalumite. *Mineralogical Magazine*, 74, 929-936.
- SAALFELD, H. y WEDDE, M. 1974. Refinement of the crystal structure of gibbsite, $\text{Al}(\text{OH})_3$. *Zeitschrift für kristallographie*, 139, 129-135.
- SÁENZ RIDRUEJO, C. 1999. (Coord.). *Patrimonio geológico del Camino de Santiago*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 171 pp.
- SÁINZ DE BARANDA, B. 1995. Santa Marta (Badajoz). *Azogue*, 18, 7-12.
- SÁINZ DE BARANDA, B., PALERO, F.J. y GARCÍA, G. 2004. El Horcajo. Las piromorfitas más famosas del mundo. *Bocamina*, 13, 32-68.
- SÁINZ DE BARANDA, B. y VIÑALS, J. 2007. La mina "Estrella". Pardos (Guadalajara). *Bocamina*, 19, 12-33.
- SALVIOLI-MARIANI, E. y VENTURELLI, G. 1996. Temperature of crystallization and evolution of the Jumilla and Cancarix lamproites (SE Spain) as suggested by melt and solid inclusions in minerals. *European Journal of Mineralogy*, 8, 1027-1039.
- SANABRIA ORELLANA, R. y CALVO REBOLLAR, M. 2002. Los yacimientos de magnetita de Burguillos del Cerro. Geología, metalogenia, minería y mineralogía. *Revista de Minerales*, 2 (3), 4-25.
- SÁNCHEZ GARCÍA, I. 1996. Distrito minero de Cerro Muriano. 1ª Parte: mineralogía. Cortas Vértice y Vera. *Azogue*, 19, 11-19.
- SASTRE DOMÍNGUEZ, E. 1992. Los minerales de Cádiz (I). *Azogue*, 7, 25-37.
- SCHLÜTER, J. y KASTNING, J. 1999. Das neue Phosphatmineral Kastningit und weitere Neufunde aus Waidhaus, Oberpfalz. *Lapis*, 24(6), 39-42.
- SCHOELLER, W.P. y POWELL, A.R. 1920. Villamaninite, a new mineral. *Mineralogical Magazine*, 19, 14-18.
- SERRANO, E. y RUIZ-FLAÑO. 2007. Geodiversity. A theoretical and applied concept. *Geographica Helvetica*, 62, 1-8.
- SHARPLES, C. 1993. *A Methodology for the Identification of Significant Landforms and Geological Sites for Geoconservation Purposes*. Forestry Commission, Tasmania, 31 pp.
- SHARPLES, C. 1995. Geoconservation in forest management. Principles and procedures. *Tasforests*, 7, 37-50.
- SHEN, J. 1984. Crystal structure of cappelenite, $\text{Ba}(\text{Y,RE})_6(\text{Si}_3\text{B}_6\text{O}_{24})\text{F}_2$, a silicoborate sheet structure. *American Mineralogist*, 69, 190-195.
- SHERRIFF, B.L., SOKOLOVA, E.V., CRAMER, J., KUNATH, G., JÄGER, C. y PAUTOV, L.A. 1997. Changes in the crystal structure of tsregorodtsevite on heating. *American Mineralogist*, 82, 405-415.
- SIMÓN, J.L., GONZALVO, C., MARTÍNEZ, B. y ARLEGUI, L.E. 2003. *Exploremos el Parque Geológico de Aliaga*. Formato CD-ROM. Centro para el desarrollo del Maestrazgo de Teruel. Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- SOLANS HUGUET, J. y ESCAYO, M.A. 1982. *Minerales y rocas de Asturias*. El Cuelebre, Candás, 175 pp.
- SORHOUE, F. y SANABRIA, R. 2005. La datolita de Errigoiti. *Revista de Minerales*, 2 (7), 31-42.
- SORIA, M., MELÉNDEZ, G. y PAGE, K.N. 1996. Análisis comparativo del marco legal sobre la declaración de espacios geológicos protegidos en Gran Bretaña y España. *Geogaceta*, 19, 207-210.
- SOS BAYNAT, V. 1962. Mineralogía de Extremadura. *Boletín Geológico y Minero*, 73, 1-191.
- SOS BAYNAT, V. 1981. Los yacimientos de casiteritas y wolframitas de la Sierra de Montánchez, Cáceres. *Boletín Sociedad Española de Mineralogía*, 3, 5-14.
- SOYEZ, D. 1971. *Geomorfologisk kartering av nordvästra Dalarna*. Natur. Geograf. Inst., Stockholm, 130 pp.
- STANLEY, C.J., ROBERTS, A.C., HARRIS, D.C., CRIDDLE, A.J. y SZYMANSKI, J. 1992. Cannonite, $\text{Bi}_2\text{O}(\text{OH})_2\text{SO}_4$, a new mineral from Marysville, Utah, USA. *Mineralogical Magazine*, 56, 605-609.

- STRUNZ, H. 1978. *Mineralogische Tabellen*. Akademische Verlagsgesellschaft, Geest & Portig, Leipzig, 621 pp.
- SUBÍAS, I., FANLO, I., YUSTE, A. y FERNÁNDEZ NIETO, C. 1999. The Yenefrito Pb-Zn mine (Spanish Central Pyrenees): an example of superimposed metallogenic event. *Mineralium Deposita*, 34, 220-223.
- SUBÍAS, I., FERNÁNDEZ-NIETO, C. y GONZÁLEZ LÓPEZ, J.M. 1989. Mineralogía de las areniscas cupríferas de Biel (Zaragoza). *Boletín de la Real Sociedad Española de Mineralogía*, 21-A, 198-199.
- SUBÍAS, I., LÓPEZ, A., FANLO, I. y FERNÁNDEZ, C. 1994. La mineralización de Pb-Zn-Cu de Valdelaplata (Calcena, Zaragoza). *Boletín de la Real Sociedad Española de Mineralogía*, 17, 95-102.
- SWINNEA, J.S. y STEINFINK, H. 1983. Crystal structure and Mossbauer spectrum of vonsenite, $2\text{FeO} \cdot \text{FeBO}_3$. *American Mineralogist*, 68, 827-832.
- TAMAIN, G. 1972. *Recherches géologiques et Minières en Sierra Morena Orientale (Espagne)*. Tesis Doctoral, Universidad de París-Sur, 870 pp.
- TAMÉS, P., MENDIOLA, I. y PÉREZ, C. 1991. (Coords.). *Puntos de interés geológico de Guipúzcoa*. Diputación Foral de Guipúzcoa, San Sebastián, 167 pp.
- TEJERINA LOBO, L. y ZORRILLA BRINGAS, J. 1980. Descripción geológica del distrito minero Caravia-Berbes (Asturias). *Boletín Geológico y Minero*, 91 (VI), 716-731.
- TEJERINA LOBO, L. y VARGAS ALONSO, I. 1980. Descripción geológica del distrito minero La Collada (Fluorita teletermal, Asturias). *Tecniterrae*, 36, 44-53.
- THOMSON, R.M. 1947. Frobergite, Fe Te_2 , a new member of the marcasite group. *American Mineralogist*, 32, 210.
- TORNOS, F. y CASQUET, C. 1984. La mineralización de W-Sn-Cu-Zn-Pb de Otero de Herreros: un skarn con una zona de cizalla superpuesta. *I Congreso Español de Geología*, tomo II, 703-717.
- TORRUBIA, J. 1754. *Aparato para la Historia Natural*. Imprenta de los herederos de Agustín de Gordejuela y Sierra, Madrid, 204 pp.
- TRITLLA, J. 1994. *Geología y Metalogenia de las Mineralizaciones de Ba-Hg de la Sierra de Espadán (Provincia de Castellón)*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, 235 pp.
- UNGEMACH, H. 1936. New mineral names. *American Mineralogist*, 21, 270.
- VACAS GUERRERO, T. 2005. Los espacios naturales protegidos: figuras de protección en España. *Actas del XIX Congreso de Geógrafos Españoles: Espacios públicos, espacios privados*, Asociación de Geógrafos Españoles, Universidad de Cantabria.
- VAN RIJSINGE, C. 1953. Keuze en beheer van natuurreserveaten uit geologisch oogpunt. En: *Keuze en beheer van natuurmonumenten*, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, 15- 31.
- VEGAS, J. 2000. El patrimonio geológico de la provincia de Segovia: geodiversidad y geoconservación. *Colección Naturaleza y Medio Ambiente*, 26. Caja Segovia, Obra Social y Cultural, Segovia, 69 pp.
- VEGAS, J., ALBERRUCHE, E., CARCAVILLA, L., DÍAZ MARTÍNEZ, E., GARCÍA CORTÉS, Á., GARCÍA DE DOMINGO, A. y PONCE DE LEÓN, D. 2012. *Guía metodológica para la integración del patrimonio geológico en los procesos de evaluación de impacto ambiental*. Instituto Geológico y Minero de España y Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, 80 pp.
- VEGAS, J., LOZANO, G., GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L. y DÍAZ-MARTÍNEZ, E. 2011. Adaptación de la metodología del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico a los inventarios locales de patrimonio geológico: municipio de Enguídanos (Cuenca). En: Fernández-Martínez, E. y Castaño de Luis, R. (Eds.). *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. *Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico*, Sociedad Geológica de España. Universidad de León, 271-276.
- VERA, J.A. 2004. (Ed.). *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 884 pp.
- VIDAL, M. 1882. Yacimiento de aerinita. *Boletín del Mapa Geológico*, 9, 113-121.
- VILLALOBOS, M. 2001. Estrategias en la protección del patrimonio geológico andaluz. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla. *Medio Ambiente*, 37, 36-39.

- VILLALOBOS, M., BRAGA, J.C., GUIRADO, J. y PÉREZ MUÑOZ, A.B. 2004. El inventario andaluz de georrecursos culturales: criterios de valoración. *De Re Metallica*, 3, 9-21.
- VILLALOBOS MEGÍA, M., BRAGA ALARCÓN, J.C., GUIRADO ROMERO, J. y PÉREZ MUÑOZ, A.B. 2004. El inventario andaluz de georrecursos culturales: criterios de valoración. *De Re Metallica*, 3, 9-21.
- VINDEL, E. 1980. *Estudio mineralógico y metalogénico de las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 249 pp. (Inédito).
- VIÑALS, J., CALVO, M. y MARTÍ, J. 2008a. Minerales de Pb y Cu en las minas de Pinar de Bédar, Almería. *Revista de Minerales*, III (5), 6-13.
- VIÑALS, J., JAMBOR, J.L., RAUDSEPP, M., ROBERTS, A.C., GRICE, J.D., KOKINOS, M. y WISE, W.S. 2008b. Barahonaite-(Al) and barahonaite-(Fe), new Ca-Cu arsenate mineral species, from Murcia Province, southeastern Spain, and Gold Hill, Utah. *Canadian Mineralogist*, 46, 205-217.
- WENDELL, E.W. 1994. The history of mineral collecting. *Mineralogical Record*, 25, 264 pp.
- WILDNER, M. y GIESTER, G. 1988. Crystal structure refinements of synthetic chalcocyanite (CuSO_4) and zincosite (ZnSO_4). *Mineralogy and Petrology*, 39, 201-209.
- WILLIAMS, S.A. 1979. Curetonite a new phosphate from Nevada. *Mineralogical Record*, 10, 219-220.
- WILLIAMS, S.A. y MATTER III, P. 1975. Graemite, a new Bisbee mineral. *Mineralogical Record*, 6, 32-34.
- WILSON, W.E. 1994. The history of mineral collecting 1530-1799. *Mineralogical Record*, 25 (6), 241 pp.
- WIMBLEDON, W.A.P., BENTON, M.J., BEVINS, R.E., BLACK, G.P., BRIDGLAND, D.R., CLEAL, C.J., COOPER, R.G. y MAY, V.J. 1995. The development of a methodology for the selection of British Geological Sites for conservation. *Modern Geology*, 20, 159-202.
- WIMBLEDON, W.A.P., ISHCHENKO, A.A., GERASIMENKO, N.P., KARIS, L.O., SUOMINEN, V., JOHANSSON, C.E. y FREDEN, C. 2000. Proyecto GEOSITES, una iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS). En: Barettino, D., Wimbledon, W.A.P. y Gallego, E. (Eds.). *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión. III Simposio Internacional ProGEO sobre la Conservación del Patrimonio Geológico*, IGME, Madrid, 73-100.
- ZARLENGA, F. 1999. Stato dell'arte e tendenze evolutive della protezione dei siti geologici in Europa. En: Poli, G. (Ed.). *Geositi: testimoni del tempo. Fondamenti per la conservazione del patrimonio geologico*. Bologne, 88-100.

REFERENCIAS DIGITALES

- Abelleira Pedrares, I. y Jaén, T. 2013. Minas de Galicia:
<https://es.slideshare.net/naturaxiz/minas-degalicia-isabel-a-e-tatiana-j>
- Contramina. 2010. Mina Santa Flora-El Madroño-Sevilla:
<http://contramina.blogspot.com.es/2010/04/mina-de-carbonatos-de-cobre-el-madrono.html>
- Diputación Provincial de Burgos. 2007. Puntos de interés geológico de León:
<http://www2.ubu.es/caict/ingterr/PIG/Mineria19.pdf>
- El Mineral Digital. 2011. Cantera Verdenueva o Cantera Candesa:
<http://elmineraldigital.blogspot.com.es/2011/01/cantera-verdenueva-o-cantera-candesa.html>
- El País, 25-10-2008:
http://www.elpais.com/articulo/espana/Fallece/joven/desprendimiento/mina/abandonada/Cerro/Muriano/elp/epuesp/20081025elpepunac_11/Tes
- Foro FMF. 2007. Recogida de minerales y fósiles:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=199&start=20&postdays=0&postorder=asc&highlight=preguica>
- Foro FMF. 2008a. Berilos gallegos:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=461&postdays=0&postorder%20=%20asc&start=0>

- Foro FMF. 2008b. Basura subterránea:
www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=10233&highlight=arteal#10233
- Foro FMF. 2008c. Celestina de Burgos:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=745&postdays=0&postorder=asc&highlight=trevi%F1o&start=0>
- Foro FMF. 2009. Baritas Almería ¿Serón?:
www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=640&start=80
- Foro FMF. 2010a. Calcitas de España:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=39492&highlight=dragonte#39492>
- Foro FMF. 2010b. Epidotas de Tremp, forestales y mossos:
www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=4374&postdays=0&postorder=asc&start=60
- Foro FMF. 2011a. Museu de Geologia de Barcelona:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=527&postdays=0&postorder=asc&start=180>
- Foro FMF. 2011b. Salida Cardeñosa (Ávila) y Vegas de Matute (Segovia):
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=56078&highlight=carde%F1osa#56078>
- Foro FMF. 2011c. Zona Mindat - Can Súria (Maçanet de La Selva, Girona):
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=6140>
- Foro FMF. 2011d. Amatistas del AVE, Riudarenes, La Selva, Girona:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=67817&highlight=riudarenes#67817>
- Foro FMF. 2013a. Museu Mollfuleda de Mineralogía d'Arenys de Mar, Barcelona:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=203>
- Foro FMF. 2013b. Clinoptilolita y ferrierita:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=2618>
- Foro FMF. 2014a. Las Minicas de Huércal de Almería o Benahadux?:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=10705>
- Foro FMF. 2014b. Minas de Cant Montsant. Tordera:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=10841>
- Foro FMF. 2017. Zona Mindat-Canteras Minera I y Minera II, Sevilla:
<http://www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?t=7693>
- Foro Tu Planeta. 2009a. Concurso de anécdotas mineras:
<http://www.tuplaneta.es/foros/indexSin.html>
- Foro Tu Planeta. 2009b. Expominer 2009 (Barcelona):
<http://www.tuplaneta.es/foros/viewtopic.php?t=14492&highlight=tremp>
- Fundación Cardona Histórica. 2014.
<http://cardonaturisme.cat/ca/visita-cardona/parc-cultural-muntanya-de-sal/>
- Global Geoparks Network. 2017.
<http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/list/index.htm>
- Grupo Mineralógico Mulhacén. 2013. Cantera Cillarga, Ponteareas (Pontevedra):
<http://gr-mulhacen.foroactivo.com/t405-cantera-cillarga-ponteareas-pontevedra>
- IGME. Página web
www.igme.es/internet/patrimonio/geoparques.htm

IGME. 2013. Resolución sobre las propuestas de nuevos contextos geológicos españoles de relevancia internacional
<http://www.igme.es/patrimonio/GEOSITES/Resoluci%C3%B3n%20nuevos%20Contextos.pdf>

IMA (International Mineralogical Association). 2017.
http://nrmima.nrm.se/IMA_Master_List_%282017-03%29.pdf

La Voz de Asturias, 10-6-2005:
<http://archivo.lavozdeasturias.es/html/207098.html>

Mineralogical Record. Biographical archive:
<http://www.minrec.org/labelarchive.asp>

MECD. 2008. Estadísticas de Museos y Colecciones Museográficas:
<http://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/cultura/mc/em/ano-2008/metodologia.html>

MTI Blog. 2009a. Mina Mercadal:
<http://mti-cantabria.blogspot.com.es/2009/05/mina-mercadal.html>

MTI Blog. 2009b. Mina Hermosa (Mina Sel del Haya):
<http://mti-cantabria.blogspot.com.es/2009/08/mina-hermosa-mina-sel-del-haya.html>

MTI Blog. 2009c. Mina Francisca, Binifabini, Mercadal, Menorca, Islas Baleares:
<http://www.mtiblog.com/2009/04/mina-francisca-binifabini-mercadal.html>

MTI Blog. 2009d. Ofitas de Abarán, Murcia:
<https://mti-minas-murcia.blogspot.com.es/2009/05/ofitas-de-abaran-murcia.html>

MTI Blog. 2011a. Celestinas de Arneva, Orihuela (Alicante):
www.mtiblog.com/2011/03/celestinas-de-arneva-orihuela-alicante.html

MTI Blog. 2011b. Mina Londres, El Pedroso, Sevilla:
<http://www.mtiblog.com/2011/11/mina-londres-el-pedroso-sevilla.html>

MTI Blog. 2011c. Cuarzos de Brañes, Oviedo, Asturias:
<http://www.mtiblog.com/2011/10/cuarzos-de-branes-oviedo-asturias.html>

MTI Blog. 2014. Mineralogía Topográfica Ibérica.
<http://www.mtiblog.com/#>

PatriGEO. 2001. Patrimonio geológico y geodiversidad. Página web:
www.rediris.es/list/info/patrigeo.es.html

Patrimur, Portal del Patrimonio Cultural de la Región de Murcia. 2013:
<http://www.patrimur.com/patrimonio/admin/legislacion.php#caut>

Región de Murcia. Celestina:
http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,365,m,108&r=ReP-23884-DETALLE_REPORTAJESABUELO

UICN. Resolución 83 aprobada por la Asamblea General de la UICN en Hawái durante el Congreso Mundial de Conservación en 2016:
https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_083_ES.pdf

UNESCO. Página web
<http://whc.unesco.org/en/list/803>

Zamora, J.L. 2010. *Los nombres de los minerales*. 577 pp. Documento en línea:
www.foro-minerales.com/forum/viewtopic.php?p=40861&highlight=biografias#40861



ANEXO

FICHAS DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN
DE LOS YACIMIENTOS DE ARAGONITO
DE LA PROVINCIA DE GUADALAJARA

VIII. ANEXO

Relación de yacimientos de aragonito en la provincia de Guadalajara

YACIMIENTOS	PARÁMETROS DE VALORACIÓN QUE PUEDEN CONSIDERARSE
1. Solana del Palabrero (Atienza)	<p>Referidos al yacimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carácter de localidad tipo • Superficie de afloramiento <p>Referidos a los ejemplares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de los ejemplares • Agregados o maclas • Relación L/A • Color • Caras basales • Alteración
2. Cuesta de Paredes (I) (Paredes de Sigüenza)	
3. Cuesta de Paredes (II) (Paredes de Sigüenza)	
4. Sierra Guadeña (Alcolea de las Peñas)	
5. La Sima (Cincovillas)	
6. La Serrezuela (Riba de Santiuste, Sigüenza)	
7. Almodóvar (Tordelrábano)	
8. Torrecilla del Ducado (Sienes)	
9. La Mata (La Olmeda de Jadraque)	
10. Embalse de El Atance (Cirueches, Sigüenza)	
11. Valle del Henares (Horna, Sigüenza)	
12. Era de la Vega (Mojares, Sigüenza)	
13. La Vega (Estrégana)	
14. Las Angueruelas (Saúca)	
15. San Cristóbal (Sigüenza)	
16. Cerro de la Quebrada (Sigüenza)	
17. El Cubillo (Moratilla de Henares, Sigüenza)	
18. Era de Antolín (Pelegrina-La Cabrera, Sigüenza)	
19. Los Yesares (La Cabrera, Sigüenza)	
20. El Prado (Pelegrina, Sigüenza)	
21. Los Cerezos (Villaverde del Ducado, Sigüenza)	
22. La Ribilla de la Cruz (Bujarrabal, Sigüenza)	
23. Cerro de los Frailes (Luzón)	
24. Peñarrubia (Mochales)	
25. Los Colmanos (Hortezuela de Océn)	
26. Las Viñas (Luzaga)	
27. Morrón de la Torre (Villarejo de Medina, Anguita)	
28. Los Callejones (Riba de Saelices)	
29. Barranco de la Salceda (Anquela del Ducado)	
30. Cerro Carrascalejo (Cobeta)	
31. Peña Grande (Cobeta)	
32. El Tomillar (Olmeda de Cobeta)	
33. Arroyo del Valle (Olmeda de Cobeta)	
34. Arroyo Salobre (Canales de Molina, Corduente)	
35. Las Pilillas (Canales de Molina, Corduente)	
36. Cuesta de los Asnos (Corduente)	
37. El Prado (Corduente)	
38. Río Gallo (I) (Molina de Aragón)	
39. Río Gallo (II) (Molina de Aragón)	
40. El Portezuelo (Molina de Aragón)	
41. Morro Gorrino (Molina de Aragón)	
42. Las Cuestas (Valsalobre, Corduente)	
43. La Covatilla (Pinilla de Molina)	
44. La Carrasquilla (Terzaga)	

Fichas de toma de datos

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 1				
Denominación del lugar	Solana del Palabrero (Atienza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo	NO		
	Superficie de afloramiento	2		
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud (cm)	2		
	Agregados o maclas	1		
	Relación L/A	0		
	Color	0		
	Caras basales	0		
	Alteración	1		
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Atienza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 433/4 - ATIENZA			
	Paraje(s): Solana del Palabrero. El Mojoncillo.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Desde Atienza, carretera a Madrigal y en el pk 1,500 desvío hacia la ermita de la Estrella, donde se deja el coche, estando el yacimiento unos 200 m al norte.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 2				
Denominación del lugar	Cuesta de Paredes (I) (Paredes de Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/1 - BARCONES			
	Paraje(s): Cuesta Paredes.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Afloramiento en la carretera GU-170 en el pk 13,700, al NO de Paredes de Sigüenza.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 3				
Denominación del lugar	Cuesta de Paredes (II) (Paredes de Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/1 - BARCONES			
	Paraje(s): Cuesta Paredes. Los Arrompidos.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Tierras de labor situadas al NO de Paredes de Sigüenza, accediendo desde el pk 13,500 de la carretera GU-170.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

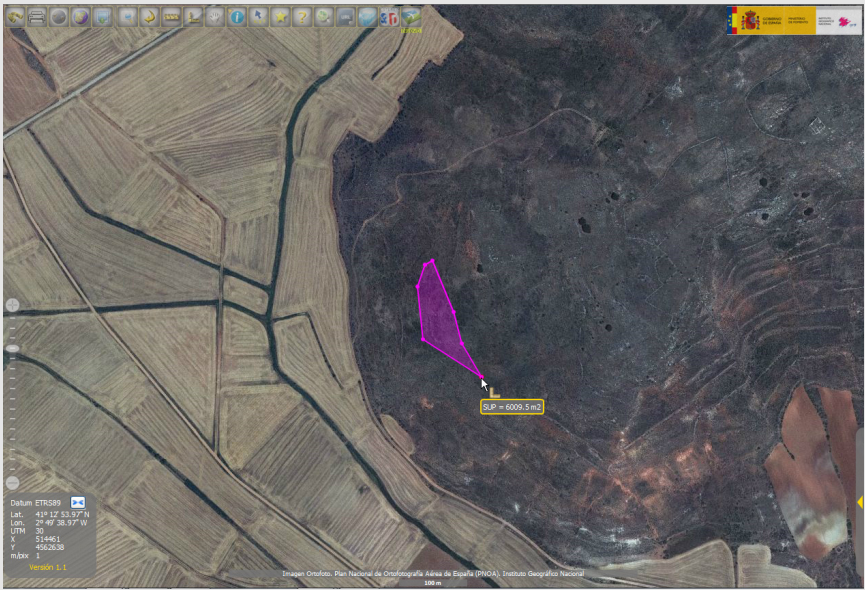
(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.


FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 4				
Denominación del lugar	Sierra Guadeña (Alcolea de las Peñas)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
Alteración			1	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Alcolea de las Peñas	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/3 - PAREDES DE SIGÜENZA			
	Paraje(s): Sierra Guadeña. Camino de Madrigal. Cerrada de las Monjas.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Unos 800 m al norte del pk 90,500 de la carretera CM-101.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 5			
Denominación del lugar	La Sima (Cincovillas)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	1	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	1	
	Caras basales	0	
Alteración	1		
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Cincovillas	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/3 - PAREDES DE SIGÜENZA		
	Paraje(s): La Sima. Arroyo de Aragozo.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 514391	Y: 4562757
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		
Descripción del itinerario de acceso	A poco más de 1 km al NO de Cincovillas.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 6			
Denominación del lugar	La Serrezuela (Riba de Santiuste, Sigüenza)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	0	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	0	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/3 - PAREDES DE SIGÜENZA		
	Paraje(s): La Serrezuela. Los Horcajos.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 524651	Y: 4559497
	Huso: 30	Datum: ETRS-89	
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Campos de labor situados al sur de Riba de Santiuste.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

**Fotografía(s)
del lugar**
(pueden
adjuntarse en
ficheros
aparte)



**Referencias
bibliográficas**

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

Mata, J.M. 1987. Inventario mineralógico de la Tierra de Sigüenza (Guadalajara, Castilla-La Mancha). *Cantil*, 36, 44 pp.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 7			
Denominación del lugar	Almodóvar (Tordelrábano)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	4	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	0	
	Agregados o maclas	2	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Tordelrábano	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/3 - PAREDES DE SIGÜENZA		
	Paraje(s): Almodóvar. Sierra Gorda.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 519911	Y: 4564402
	Huso: 30 Datum: ETRS-89		
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Se accede desde el pk 93,3 de la carretera CM-101, estando el yacimiento a 1,4 km al NNO.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

**Fotografía(s)
del lugar**
(pueden
adjuntarse en
ficheros aparte)



**Referencias
bibliográficas**

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 8			
Denominación del lugar	Torrecilla del Ducado (Sienes)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Sienes	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 434/4 - SIENES		
	Paraje(s): Torrecilla del Ducado.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 533426	Y: 4561772
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	A escasos 40 m al este del casco urbano de Torrecilla del Ducado.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 9				
Denominación del lugar	La Mata (La Olmeda de Jadraque)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Alta variedad morfológica y diversidad de tonalidades en los ejemplares. Buenos agregados de prismas y piñas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			4
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: La Olmeda de Jadraque	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/1 – RIOFRÍO DEL LLANO			
	Paraje(s): La Mata. Alto de Sierrezuela. El Estrecho.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Yacimiento localizado a 1,3 km al NO de la Olmeda de Jadraque.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 10				
Denominación del lugar	Embalse de El Atance (Cirueches, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Hábito tabular y buen tamaño de los ejemplares.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			2
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/1 – RIOFRÍO DEL LLANO			
	Paraje(s): Cola del embalse de El Atance. Cirueches.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30 Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Embalse de El Atance, en las proximidades de la desembocadura en el mismo del barranco de Valdezarza, a unos 2 km al SO de Cirueches.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 11				
Denominación del lugar	Valle del Henares (Horna, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			0
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			1
	Color			0
	Caras basales			1
	Alteración			0
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/2 - HORNA			
	Paraje(s): Valle del Henares.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Campos de labor situados a unos 500 m al SO de Horna.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	<p>Calderón, S. 1910. <i>Los minerales de España</i>. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. Tomo II, 561 pp.</p> <p>Castro, P. 1919. <i>Los aragonitos de España</i>. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.</p> <p>Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i>, 16, 28-93.</p>

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 12				
Denominación del lugar	Era de la Vega (Mojares, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			0
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			0
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			1
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/2 - HORNA			
	Paraje(s): Era de la Vega. Tobares.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Tierras de labor localizadas a unos 300 m al SE de Mojares.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 13					
Denominación del lugar	La Vega (Estriégana)				
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.				
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento				
	Localidad Tipo				NO
	Superficie de afloramiento				1
	Parámetros de los ejemplares				
	Tamaño en su máxima longitud				2
	Agregados o maclas				1
	Relación L/A				0
	Color				1
	Caras basales				0
	Alteración				2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Estriégana		
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA				
	Paraje(s): La Vega. Río de la Vega.				
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30	
				Datum: ETRS-89	
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)				<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Yacimiento localizado a 1 km al norte de Estriégana.				
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)					


(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	<p>Castel, C. 1881. Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara. <i>Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España</i>, 8, 157-264.</p> <p>Castro, P. 1919. <i>Los aragonitos de España</i>. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.</p> <p>Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i>, 16, 28-93.</p>

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 14				
Denominación del lugar	Las Angueruelas (Saúca)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buen tamaño y varias tonalidades en los ejemplares.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			1
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			1
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Saúca	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA			
	Paraje(s): Las Angueruelas. Arroyo de la Vega Alvir.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Unos 500 m al norte del pk 126 de la A2-E 90 y unos 900 m al sur de Saúca.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 15			
Denominación del lugar	San Cristóbal (Sigüenza)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA		
	Paraje(s): San Cristóbal. La Salceda. Cerro del Mirón.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 529081	Y: 4546292
			Huso: 30
			Datum: ETRS-89
En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Proximidades del pk 138,800 del trazado de la vía entre Madrid y Soria, en la falda sur del cerro del Mirón.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN


Fotografía(s) del lugar

(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

- Calderón, S. 1910. *Los minerales de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. Tomo II, 561 pp.
- Castro, P. 1919. *Los aragonitos de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.
- Castro, P. y Fernández, R. 1916. Excursión a algunos yacimientos de aragonito. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol)*, 16, 31-41.
- Del Valle González, A. y González Cesteros, V. 1990. *Guía de Minerales de España. Tomo III, Carbonatos, Nitratos y Boratos. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos y Wolframatos. Fosfatos, Arseniados y Vanadatos*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 369 pp.
- Galán, E. y Mirete, S. 1979. *Introducción a los minerales de España*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 420 pp.
- Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 16			
Denominación del lugar	Cerro de la Quebrada (Sigüenza)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA		
	Paraje(s): Cerro de la Quebrada.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 529541	Y: 4545487
			Huso: 30
			Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Falda este del cerro de la Quebrada, en las proximidades de Sigüenza.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 17				
Denominación del lugar	El Cubillo (Moratilla de Henares, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Diversas morfologías, tonalidades y ejemplares de gran tamaño. Presencia de abundantes agregados de prismas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			0
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			1
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA			
	Paraje(s): El Cubillo. Moratilla de Henares.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Unos 400 m al NO de Moratilla de Henares.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)

Referencias bibliográficas

Calderón, S. 1910. *Los minerales de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. Tomo II, 561 pp.

Castro, P. 1919. *Los aragonitos de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.

Castro, P. y Fernández, R. 1916. Excursión a algunos yacimientos de aragonito. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol)*, 16, 31-41.

Del Valle González, A. y González Cesteros, V. 1990. *Guía de Minerales de España. Tomo III, Carbonatos, Nitratos y Boratos. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos y Wolframatos. Fosfatos, Arseniats y Vanadatos*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 369 pp.

Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 18				
Denominación del lugar	Era de Antolín (Pelegrina-La Cabrera, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Ejemplares de gran tamaño y presencia de agregados de prismas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			4
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA			
	Paraje(s): Era de Antolín. Anticlinal del Río Dulce.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			X
Descripción del itinerario de acceso	Flanco norte del anticlinal del río Dulce, a mitad de camino entre Pelegrina y La Cabrera.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 19				
Denominación del lugar	Los Yesares (La Cabrera, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Ejemplares estrellados y prismáticos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			1
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			4
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA			
	Paraje(s): Los Yesares. La Cabrera.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30 Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			X
Descripción del itinerario de acceso	Afloramiento localizado a 1 km al NE de La Cabrera.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

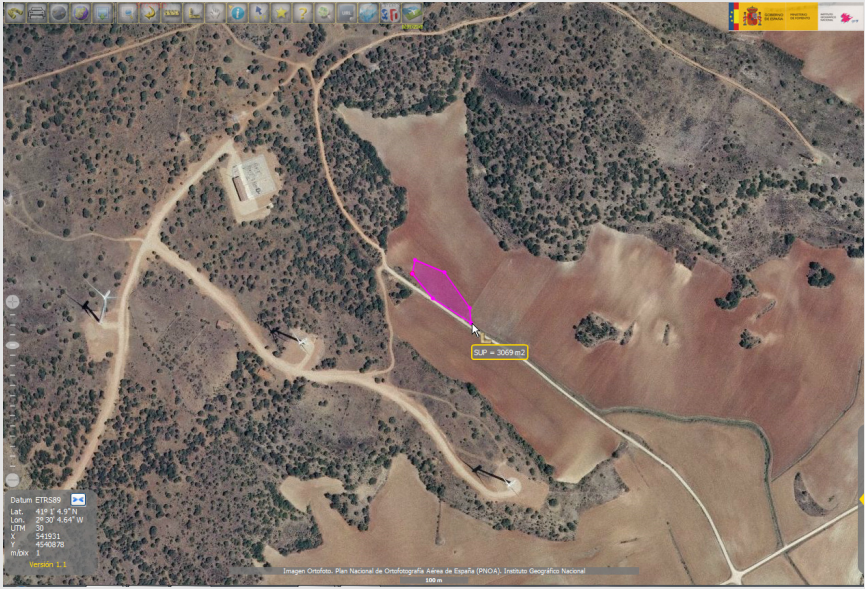
(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 20				
Denominación del lugar	El Prado (Pelegrina, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			1
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 461/4 - SIGÜENZA			
	Paraje(s): El Prado. El Barral. Valle del río Dulce.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Flanco sur del valle del río Dulce, entre las poblaciones de Pelegrina y La Cabrera.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 21			
Denominación del lugar	Los Cerezos (Villaverde del Ducado, Sigüenza)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	1	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Alcolea del Pinar	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 462/3 – ALCOLEA DEL PINAR		
	Paraje(s): Los Cerezos. Villa del Viejo.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 541876	Y: 4540922
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	Yacimiento ubicado 1,2 km al sur del pk 130 de la A2 E-90, unos 2 km al NO de Villaverde del Ducado.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

**Fotografía(s)
del lugar**
(pueden
adjuntarse en
ficheros aparte)



**Referencias
bibliográficas**

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 22				
Denominación del lugar	Ribilla de la Cruz (Bujarrabal, Sigüenza)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Agregados cristalinos de gran tamaño.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			1
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			1
	Caras basales			0
	Alteración			0
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Sigüenza	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 462/3 – ALCOLEA DEL PINAR			
	Paraje(s): Ribilla de la Cruz. Camino del Rodero.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Se localiza a 1,5 km al sur de Bujarrabal.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

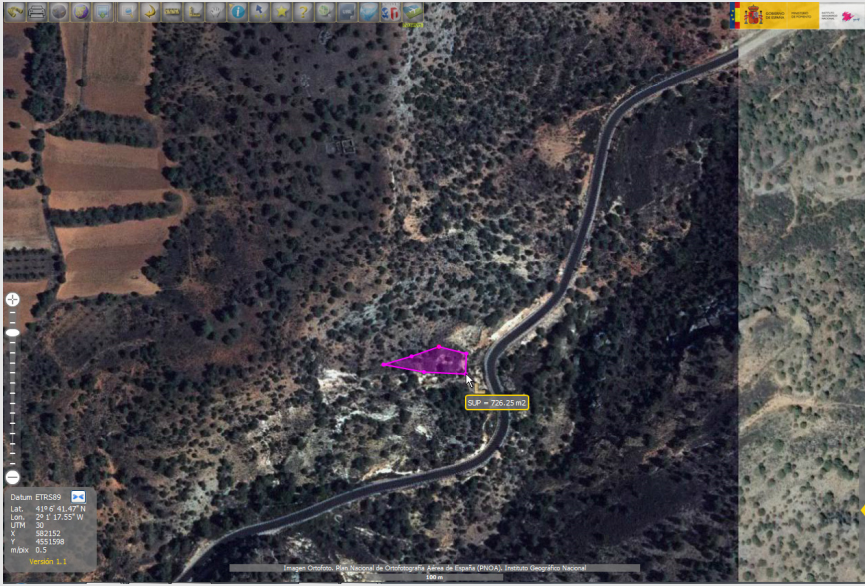
(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 23				
Denominación del lugar	Cerro de los Frailes (Luzón)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Ejemplares de distintas tonalidades, siendo comunes los de color negro.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			0
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			1
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Luzón	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 462/4 - MARANCHÓN			
	Paraje(s): Cerro de los Frailes.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Se localiza a 700 m al SO de Luzón, accediéndose por el camino del río.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	<p>Del Valle González, A. y González Cesteros, V. 1990. <i>Guía de Minerales de España. Tomo III, Carbonatos, Nitratos y Boratos. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos y Wolframatos. Fosfatos, Arseniats y Vanadatos</i>. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 369 pp.</p> <p>Galán, E., López, F., Doval, M. y La Iglesia, A. 1974. Caracterización de minerales típicos españoles. I. El aragonito. <i>Estudios Geológicos</i>, 30, 471-479.</p> <p>Galán, E. y Mirete, S. 1979. <i>Introducción a los minerales de España</i>. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 420 pp.</p> <p>Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i>, 16, 28-93.</p>

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 24			
Denominación del lugar	Peñarrubia (Mochales)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	4	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	1	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Mochales	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 463/1 - IRUECHA		
	Paraje(s): Peñarrubia. La Romerosa.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 582116	Y: 4551607
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	Localizado a 1,7 al NNO de Mochales.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 25			
Denominación del lugar	Los Colmanos (Hortezuela de Océn)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	1	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara	Municipio: Hortezuela de Océn	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 488/1 - LUZAGA		
	Paraje(s): Los Colmanos.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 548641	Y: 4533522
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	Situado 500 m al oeste de Hortezuela de Océn.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 26				
Denominación del lugar	Las Viñas (Luzaga)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Luzaga	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 488/1 - LUZAGA			
	Paraje(s): Las Viñas.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Campos de labor situados a 1 km al oeste de Luzaga.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 27				
Denominación del lugar	Morrón de la Torre (Villarejo de Medina, Anguita)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Característicos agregados de dos prismas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			1
	Caras basales			0
	Alteración			4
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Anguita	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 488/2 – SANTA Mª DEL ESPINO			
	Paraje(s): Morrón de la Torre.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Situado unos 300 m al NE de Villarejo de Medina.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 28				
Denominación del lugar	Los Callejones (Riba de Saelices)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buen tamaño y brillo en los ejemplares, variedad de tonalidades y presencia de agregados de prismas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			1
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			0
	Alteración			4
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Riba de Saelices	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 488/2 – SANTA Mª DEL ESPINO			
	Paraje(s): Los Callejones.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Acceso por el camino de la Cueva de los Casares, a poco más de 2 km al norte de Riba de Saelices.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 29				
Denominación del lugar	Barranco de la Salceda (Anquela del Ducado)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Varias tonalidades en los ejemplares.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			2
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Anquela del Ducado	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/1 - SELAS			
	Paraje(s): Barranco de la Salceda.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Hay un camino que lleva al paraje, localizado a 3 km al oeste de Anquela del Ducado.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

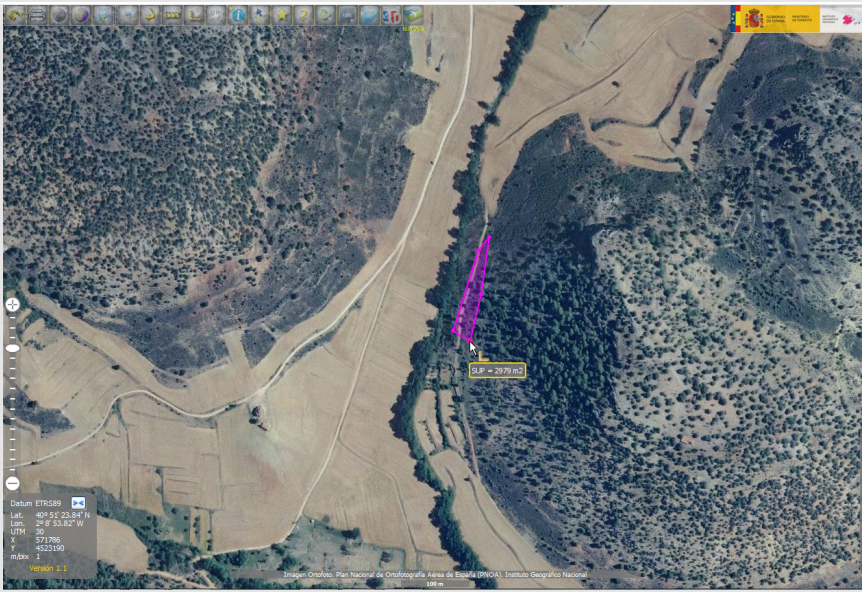
(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 30				
Denominación del lugar	Cerro Carrascalejo (Cobeta)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buen tamaño de ejemplares.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			0
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Cobeta	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/3 – TORREMOCHA DEL PINAR			
	Paraje(s): Cerro Carrascalejo.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Falda sur del cerro Carrascalejo, a unos 200 m al norte de la ermita de San Antonio.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 31			
Denominación del lugar	Peña Grande (Cobeta)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Cobeta
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/3 – TORREMOCHA DEL PINAR		
	Paraje(s): Peña Grande.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 571786	Y: 4523502
		Huso: 30	Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		
Descripción del itinerario de acceso	Falda oeste de la Peña Grande, a 1 km al SO de Cobeta.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar

(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 32				
Denominación del lugar	El Tomillar (Olmeda de Cobeta)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Ejemplares estrellados y con morfología en aspa y cruz.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			0
	Relación L/A			1
	Color			1
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Olmeda de Cobeta	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/3 – TORREMOCHA DEL PINAR			
	Paraje(s): El Tomillar. Arroyo del Valle.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Camino de Olmeda de Cobeta a Cobeta, a 1,2 km al este de Olmeda.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 33				
Denominación del lugar	Arroyo del Valle (Olmeda de Cobeta)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buenos ejemplares tabulares.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			4
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Olmeda de Cobeta	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/3 – TORREMOCHA DEL PINAR			
	Paraje(s): Arroyo del Valle.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Sembrados situados a 1 km al este de Olmeda de Cobeta, accediéndose por el camino de Cobeta.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 34				
Denominación del lugar	Arroyo Salobre (Canales de Molina, Corduente)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buen tamaño y presencia de agregados de prismas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			2
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			2
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Corduente	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN			
	Paraje(s): Arroyo Salobre.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Localizado a 2,8 km al oeste de Herrería y 2,3 km al SO de Canales de Molina.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 35				
Denominación del lugar	Las Pilillas (Canales de Molina, Corduente)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Presencia de estéticas piñas.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Corduente	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN			
	Paraje(s): Las Pilillas. Arroyo Salobre.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Campos de labor situados al oeste del camino del arroyo Salobre, a uno 2,5 km al SO de Canales de Molina.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 36			
Denominación del lugar	Cuesta de los Asnos (Corduente)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	4	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	0	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
Alteración	1		
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Corduente
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN		
	Paraje(s): Cuesta de los Asnos.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 586641	Y: 4521712
			Huso: 30 Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	Localizado a unos 500 m al este de Corduente.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 37				
Denominación del lugar	El Prado (Corduente)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			2
	Relación L/A			1
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			0
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Corduente	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN			
	Paraje(s): El Prado.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Localizado a 1 km al este de Corduente.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. <i>Revista de Minerales</i> , 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 38			
Denominación del lugar	Río Gallo (I) (Molina de Aragón)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	0	
	Relación L/A	1	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	1	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Molina de Aragón
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN		
	Paraje(s): Río Gallo.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 591951	Y: 4522862
	Huso: 30		Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)		<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Acceso por el pk 1,800 de la carretera de Molina a Ventosa, a unos 400 m al sur del pk 57,500 de la carretera N-211.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar

(pueden
adjuntarse en
ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

Jiménez Martínez, R. 2010. Aragonitos del Keuper: nuevos yacimientos. *Revista de Minerales*, 4 (3), 50-59.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 39					
Denominación del lugar	Río Gallo (II) (Molina de Aragón)				
Comentario valorativo	Localidad tipo de la especie. Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Varias tonalidades y morfología de ejemplares. Buen brillo.				
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento				
	Localidad Tipo			SI	
	Superficie de afloramiento			2	
	Parámetros de los ejemplares				
	Tamaño en su máxima longitud			1	
	Agregados o maclas			2	
	Relación L/A			0	
	Color			1	
	Caras basales			0	
	Alteración			4	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Molina de Aragón		
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN				
	Paraje(s): Río Gallo.				
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30	
				Datum: ETRS-89	
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)				
X					
Descripción del itinerario de acceso	Yacimiento localizado en el pk 1,5 de la carretera GU-958, entre Molina y Ventosa.				
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)					

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)

Referencias bibliográficas

Calderón, S. 1910. *Los minerales de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. Tomo II, 561 pp.

Castro, P. 1919. *Los aragonitos de España*. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid, 112 pp.

Del Valle González, A. y González Cesteros, V. 1990. *Guía de Minerales de España. Tomo III, Carbonatos, Nitratos y Boratos. Sulfatos, Cromatos, Molibdatos y Wolframatos. Fosfatos, Arseniados y Vanadatos*. Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la Universidad de Valladolid, 369 pp.

Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. *Bocamina*, 16, 28-93.

Marfil Pérez, R. 1970. Estudio petrogenético del keuper en el sector meridional de la Cordillera Ibérica. *Estudios Geológicos*, 26, 113-161.

Torrubia, J. 1754. *Aparato para la Historia Natural*. Imprenta de los herederos de Agustín de Gordejuela y Sierra, Madrid, 204 pp.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 40			
Denominación del lugar	El Portezuelo (Molina de Aragón)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	2	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Molina de Aragón
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 489/4 – MOLINA DE ARAGÓN		
	Paraje(s): El Portezuelo		
	Coordenadas UTM (*)	X: 592176	Y: 4522577
			Huso: 30 Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x) <input type="checkbox"/>		
Descripción del itinerario de acceso	Falda norte del cerro de La Atalaya.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 41				
Denominación del lugar	Morro Gorrino (Molina de Aragón)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Buen tamaño y presencia de ejemplares con altas relaciones L/A y terminaciones apuntadas y, por tanto, carencia de caras basales.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			4
	Color			0
	Caras basales			1
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Molina de Aragón	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 514/2 - VALHERMOSO			
	Paraje(s): Morro Gorrino.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			X
Descripción del itinerario de acceso	Localizado unos 400 m al este del pk 99 de la carretera CM-210 y 1 km al SO de Molina de Aragón.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	<p>Calderón, S. 1910. <i>Los minerales de España</i>. Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. Tomo II, 561 pp.</p> <p>Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i>, 16, 28-93.</p>

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 42				
Denominación del lugar	Las Cuestas (Valsalobre, Corduente)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos. Presencia de agregados de prismas y de ejemplares con terminaciones apuntadas y, por tanto, carencia de caras basales.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			4
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			1
	Alteración			2
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Corduente	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 514/2 - VALHERMOSO			
	Paraje(s): Las Cuestas. Cerro Pelado. Valsalobre.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Falda este del cerro Pelado, en el pk 95,600 de la carretera CM-210.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	Jiménez Martínez, R., Calvo, M., Martínez Palomares, M.A. y Gorgues, R. 2005. Yacimientos de aragonito del Triásico español. <i>Bocamina</i> , 16, 28-93.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 43			
Denominación del lugar	La Covatilla (Pinilla de Molina)		
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.		
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento		
	Localidad Tipo	NO	
	Superficie de afloramiento	2	
	Parámetros de los ejemplares		
	Tamaño en su máxima longitud	1	
	Agregados o maclas	2	
	Relación L/A	0	
	Color	0	
	Caras basales	0	
	Alteración	0	
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Pinilla de Molina
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 514/4 - TARAVILLA		
	Paraje(s): La Covatilla.		
	Coordenadas UTM (*)	X: 594365	Y: 4504346
			Huso: 30
			Datum: ETRS-89
En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Localizado a unos 500 m al NNO de Pinilla de Molina.		
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)			

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN

Fotografía(s) del lugar
(pueden adjuntarse en ficheros aparte)



Referencias bibliográficas

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN. YACIMIENTO 44				
Denominación del lugar	La Carrasquilla (Terzaga)			
Comentario valorativo	Yacimiento de aragonito con valor sistemático para colecciones y museos.			
Parámetros justificativos de la elección del lugar en función de las características del yacimiento y de los ejemplares	Parámetros del yacimiento			
	Localidad Tipo			NO
	Superficie de afloramiento			2
	Parámetros de los ejemplares			
	Tamaño en su máxima longitud			1
	Agregados o maclas			1
	Relación L/A			0
	Color			0
	Caras basales			0
	Alteración			1
Localización	Provincia: Guadalajara		Municipio: Terzaga	
	Hoja del Mapa Geográfico e 1:25000: 514/4 - TARAVILLA			
	Paraje(s): La Carrasquilla.			
	Coordenadas UTM (*)	X:	Y:	Huso: 30
				Datum: ETRS-89
	En caso de que sea aconsejable mantener la confidencialidad del lugar, ocultando sus coordenadas, indíquese con una equis (x)			<input type="checkbox"/>
Descripción del itinerario de acceso	Falda oeste del cerro de la Silla, a unos 500 m al NE de Terzaga.			
Esquema de situación con propuesta de delimitación (ortofoto IBERPIX)				

(*) Del centro geométrico del yacimiento.

FICHA DE PROPUESTA DE EVALUACIÓN	
Fotografía(s) del lugar (pueden adjuntarse en ficheros aparte)	
Referencias bibliográficas	

